

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт *Горногодела и строительства*
Кафедра ГСАиД

Утверждено на заседании кафедры
ГСАиД
«28__» __01__ 2021г., протокол №_6_

Заведующий кафедрой
_____ *К.А.Головин*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению самостоятельной работы студентов
по дисциплине (модулю)
«СВЕТОДИЗАЙН»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
54.03.01 «Дизайн»

с направленностью (профилем)
Дизайн интерьера


Форма обучения: ***очная***

Идентификационный номер образовательной программы: 540301-02-21

Тула 2021 год

Разработчик методических указаний

Гуреева Марина Васильевна, доц. каф.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие требования и параметры для световой среды интерьерных пространств	4
1.1. Параметры световой среды интерьера.....	6
1.2. Основные величины и единицы.....	7
2. Общие характеристики источников искусственного света и осветительных приборов.....	
2.1. Виды источников искусственного освещения.....	9
2.2.Классификация осветительных приборов.....	16
3. Освещение интерьера.....	17
3.1.Назначение видов освещения.....	18
3.2. Типы светораспределения.....	21
3.3.Основные типы осветительных приборов для интерьера...	23
3.4. Свет и цвет.....	29
3.5. Оптические иллюзии.....	31
Заключение.....	33
Используемые источники.....	34
Приложение 1	

ВВЕДЕНИЕ

Проблема взаимодействия света, цвета и пространства в интерьере всегда была и остается актуальной для дизайнера, архитектора, художника и светотехника. Важность проблемы заключается в том, что специалисты, занимающиеся разработкой интерьеров, неизбежно соприкасаются с необходимостью формирования жизнедеятельной среды человека на уровне высокой экологической ценности, функциональной целесообразности и совершенства художественно-образного решения.

Научная литература и практические издания располагают значительным количеством источников о цвете, освещении интерьеров, световой архитектуре. Они глубоки по мысли и интересны по содержанию. Между тем, имеющиеся источники отражают лишь узкий аспект цвета или света, они разрознены и не дают возможности объединить в единое методическое целое эти понятия. В практике же проектирования среды интерьеров возникает необходимость совмещения в единой светоцветовой композиции таких компонентов как свет, цвет, фактура, предметное пространство. Поиск методов их взаимодействия оставил многолетние исследования ученых в области светового дизайна.

Выявлены и сформулированы принципы, методы и приемы решения динамической и статической светоцветовой композиции, разработаны условия художественного синтеза света, цвета, фактуры и пространства как нерасторжимые компоненты комплексного проектирования светоцветовой среды. В процессе изучения дисциплины активно используются данные цветоведения, архитектуры, светотехники, эргономики, психофизиологии, искусствоведения и эстетики.

1. Цель и задачи самостоятельной работы по дисциплине «светодизайн»

Учебный курс «Светодизайн» относится к числу важных специальных дисциплин и является базовой для проектирования средовых комплексных объектов дизайна с целью создания комфортной и гармоничной жизнедеятельной среды человека.

Предмет изучения рассматривается в комплексе знаний, включающих функциональные, эстетические, композиционные психофизиологические, гигиенические аспекты и формируется на основе исследований отечественных и зарубежных ученых. Структура курса носит экспериментальный характер и допускает поиск наиболее значительных и новейших материалов, обогащающих усвоение комплексной дисциплины в научном и практическом отношении. Сложность материала определяет последовательность и логику развития процесса усвоения знаний в аспекте профессионального интереса.

Целью изучения дисциплины является формирование комплексных знаний в области светового дизайна и проектирования цветоцветовой среды в различных условиях жизнедеятельности.

К задачам изучения курса относится:

- усвоение основ научных знаний по особенностям визуального восприятия;
- усвоение основ световой архитектуры и светового дизайна;
- усвоение основ светотехнических понятий;
- овладение понятиями комплексного решения цветоцветовой среды;
- знание методов, приемов и средств решения статической и динамической цветоцветовой композиции.

Требования к компетенциям, приобретаемым при изучении курса в соответствии с квалификационной характеристикой выпускника. В результате изучения курса выпускник должен обладать развитой компетенцией в области комплексного решения цветоцветовой среды и светового дизайна. Он должен свободно владеть знаниями по функциональным, светотехническим и художественным возможностям светового дизайна и световой архитектуры. Выпускник должен свободно, на научной основе, применять на практике полученные знания и обогащать их с помощью информации по новым и новейшим технологиям в области светотехники и театрализации цветоцветовых условий среды обитания человека.

Основные виды занятий особенности их проведения при изучении данного курса. К основным видам занятий отнесены: лекции, курсовые работы и консультации по темам выполняемых работ. Тематическое содержание лекционного курса охватывает объем профессиональных знаний, необходимых для самостоятельного выполнения курсовых работ. Консультации и специальная литература дают возможность качественного выполнения учебных заданий.

Взаимосвязь аудиторной и самостоятельной работы студентов. В процессе обучения предусматривается обязательная взаимосвязь форм аудиторной и самостоятельной работы студентов. К аудиторной форме работы относятся: тематические беседы, обсуждение практических и реферативных работ (в электронной версии). Самостоятельная работа заключается в доработке выполняемых на практических занятиях работ, а также подготовке тематических рефератов и научно-исследовательских работ, наблюдении и анализе свето-цветовых ситуаций средовых объектов и систем, участия в конкурсах и научно-практических семинарах, поиске и изучении специальных источников и научных статей.

Особенность изучаемого курса состоит в использовании специальных мультимедийных программ для визуальной демонстрации теоретического и научного материала, практических разработок отечественных и зарубежных дизайнеров по световой архитектуре и декоративным свето-цветовым программам. Учебный курс ставит своей целью сформировать конкретную связь науки и практики, изучение методов, приемов и средств программирования светоцветовых художественно-образных решений.

Процесс профессиональной подготовки по световому дизайну включает обязательное использование технических средств: мультимедийное оборудование, компьютерные программы электронных носителей и специальные сайты Интернета.



Рис. 1. Примеры световых композиций с использованием особенностей восприятия света, применения оптических эффектов и иллюзий в объемно-пространственной композиции.



Рис. 2. Световые композиции с использованием особенностей восприятия света, применения оптических эффектов и иллюзий в объемно-пространственной композиции.

1. Общие требования и параметры для световой среды

1.1. Общие требования и параметры для световой среды интерьерных пространств

интерьерных пространств Свет как неотъемлемый элемент жизненной среды человека влияет на здоровье людей любого возраста, любой этнической группы, при любых видах и условиях работы, занятий и отдыха. Влияние света на человека определяется, с одной стороны, количественными и качественными параметрами световой среды, с другой – закономерностями физиологической оптики, возрастной анатомии, психофизиологии зрения и фотобиологии.

Если опираться на представленную Браэмом статистику познания мира, то: 83% информации мы получаем с помощью органов зрения, 11% – органов слуха, 3,5% – органов нюха, 1,5% – органов осязания, 1% – органов вкуса. Приоритет восприятия информации посредством зрения очевиден. Необходимо отметить какую роль играет свет при формировании любого пространства. Итак, свет – это путеводитель и ориентир; при его

отсутствии или недостаточном количестве имеет место безликость пространства, и как следствие дискомфорт пребывания. Кроме этого свет определяет характер зрительных ощущений посредством зрительного процесса, развернутого во времени, влияет на смену эмоций, оптимизирует зрительную адаптацию, возникающую при наличии цветоцветового контраста, яркостного ритма, архитектурных доминант и т.д. и определяет ассоциации.

Современный человек большую часть своей жизни проводит внутри помещений, поэтому так важно при проектировании интерьеров, уделять внимание формированию комфортной цветоцветовой среды. Для решения этой задачи дизайнеру просто необходимо комплексное представление о том, как влияют свет и цвет на формируемое пространство.

Установление требований к освещению имеет различные аспекты. При этом надо иметь в виду улучшение всей рабочей среды интерьера в целом. Кроме того, сама по себе задача освещения имеет комплексный характер, поскольку свет в интерьере обеспечивает зрительную работоспособность, но также выполняет психологические, биологические и эстетические функции. Комплексный инженерный подход без учёта разнообразных функций света в интерьере и влияния его на человека недостаточен.

Необходимо обратить особое внимание на субъективную оценку, которая является более важной, чем строгое удовлетворение численных значений нормируемых величин светотехники. Субъективная оценка помогает оценивать и обосновывать новые требования к качеству освещения. Следует также учитывать психологическую роль освещения.

Психологическое действие связано в первую очередь с цветностью, характеризующейся цветовым тоном и насыщенностью цвета. Действующие в различных странах мира нормы, кодексы и правила по освещению обеспечивают и характеризуют зрительную работоспособность человека (скорость восприятия, контрастная чувствительность, острота зрения, и др.).

Критерии зрительного впечатления в целом (к примеру, цилиндрическая или сферическая освещённость) имеют место, пока только в кодексах некоторых отдельных стран, а критерии, которые оценивают **морфофизическое** действие света на организм любого человека - в настоящее время не существует ни в одном кодексе.

Оптическое излучение, в большой степени обеспечивает **морфофизическое** воздействие на организм людей, что приводит к очень существенному повышению человеческой работоспособности. В развитых странах мира стремятся к тому, чтоб пересмотреть и совершенствовать осветительные нормы, кодексы и существующие правила. При этом повсеместно выявлены следующие требования по освещению интерьерных пространств:

- обеспечить качество и количество освещения, отталкиваясь от уровня освещённости;
- не допустить зрительного обмана, искажающего художественный образ, пропорции, форму и т.д.
- скорректировать и оптимизировать, но не ликвидировать полностью

тенеобразование;

- ограничить слепимость, блёскость и пульсацию светового потока;
- ввести критерии, оценивающие цветопередачу и морфофизическое действие света.

При разработке и оптимизации принципов и способов освещения необходим всесторонний подход. Его условно можно разделить на три аспекта:

1. свет выполняет различные и многообразные функции, то есть он сам является комплексным фактором;
2. свет - элемент среды обитания человека, эффективность его действия напрямую зависит от многих других элементов: температуры и состава воздуха, наличия и степени шума, эстетического воздействия окружающей обстановки и другое;
3. осветительные установки технически и экономически рентабельно объединять с другим инженерным оборудованием интерьеров помещений.

Таким образом, свет – это не просто вспомогательное средство, обеспечивающее работоспособность органов зрения. Свет – это конструктивный и композиционный компонент интерьерной среды. В современных условиях использование его по остаточному принципу невозможно.

1.2. Параметры световой среды интерьера

Свет – излучение оптической области спектра, вызывающее зрительные реакции. Цвет – особенность зрительного восприятия, позволяющая распознать цветовые стимулы. Световая среда – совокупность излучений, генерируемых источниками естественного и искусственного света. Свет - это регулятор суточных биологических ритмов, характеризуется естественным и искусственным освещением.

Естественное освещение необходимо с психофизиологической точки зрения, а так же для выполнения зрительных работ, его недостаток может привести к развитию светового голодания. Характеризуется относительной величиной - коэффициентом естественной освещенности (КЕО).

Искусственное освещение характеризуется количественными (освещенность) и качественными показателями (пульсация, яркость, прямая и отраженная блескость):

- пульсация - характеризуется "коэффициентом пульсации освещенности". Пульсацию глаз не чувствует, сигналы попадают на кору головного мозга, вызывая утомляемость, нервозность, раздражительность;
- яркость - это интенсивность света по направлению к глазу;
- блескость - вызывает дискомфорт (слепит глаза) от слепящего источника или отраженного от бликующей поверхности.

Основные нормативные документы для проведения исследований (измерений) и оценки параметров световой среды:

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1 1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий";
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1 1278-10 "Изменения и дополнения №1 к СанПиН 2.2.1/2.1.1 1278-03";
3. СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях";
4. СанПиН 2.1.2.2801-10 Изменения и дополнения № 1 к СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях";
5. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*;
6. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение».

Определены категории измерения света: объективные и субъективные шкалы величин. Объективные – физические, действительные фотометрические. Но стерео-свето-изображения относительно, иллюзорны и недостоверны. Субъективные – визуальные и условно достоверные при обозрении объекта в натуре. Обеспечиваются *процессом натурного светомоделирования*. Измерение светотехнических параметров – это определение количественных и качественных характеристик освещения помещений.

Существуют два способа измерения светотехнических параметров: *зрительный* и *с помощью фотоэлемента*.

Точность зрительных измерений невелика. Способ измерений при помощи фотоэлемента, соединенного с электроизмерительным прибором, состоит в том, что фотоэлемент получает освещение поочередно от сравниваемых источников света. При этих измерениях необходима регулярная проверка фотоэлемента по образцовой (эталонной) светоизмерительной лампе. Параметром, определяющим количественную сторону освещения, является *освещенность*, измеряемая переносными приборами (фотометром или люксметром). Параметром, характеризующим качественную сторону освещения в интерьере, является *яркость* и ее распределение. Яркость поверхности измеряется яркомером, фиксирующим силу света излучаемого 1см светящей поверхности в данном направлении.

Важным параметром качества освещения является спектральный состав света, излучаемого источником и отражающими поверхностями.

1.3. Основные величины и единицы

Светотехника - область науки и техники, предметом которой являются исследование принципов и разработка способов генерирования, пространственного перераспределения и измерения характеристик оптического излучения. (Ю. Б. Айзенберг, «Справочная книга по светотехнике»).

Для количественной оценки освещения в светотехнике и фотометрии приняты следующие величины и единицы (см. таб. 1):

Таблица 1.

№	Название и определение	Обозначение	Ед. измерения
1	Световой поток – мощность светового излучения источника света, количество излучаемой источником света энергии, протекающей через единицу площади за единицу времени;	Φ	лм - люмен

Продолжение таб.1

№	Название и определение	Обозначение	Ед. измерения
2	Сила света - характеризует светораспределение источника света; она равна отношению светового потока, распространяющегося от источника внутри элементарного (т. е. очень малого) телесного угла к этому телесному углу;	I	кд – кандела
3	Яркость – мера ощущения глазом светлоты светящейся или освещенной поверхности, т.е. сила света, приходящаяся на единицу площади;	L	кд/м ²
4	Освещенность – определяет отношение падающего светового потока на единицу площади; характеризует вертикальную и горизонтальную освещенность. Данные параметры нормируются. <i>Об освещенности около 1 лк можно судить по следующим примерам: в полнолуние горизонтальная освещенность составляет 0,2 лк, а в белые петербургские ночи - 2-3 лк.</i>	E	лк – люкс $лк = \frac{\text{лм}}{\text{м}^2}$ За единицу принимается освещенность поверхности $S=1\text{м}^2$ при нормальном падении на неё светового потока в один люмен.
5	Световая отдача – показывает, какой световой поток дает источник света при потреблении 1 Вт, т.е. показывает эффективность преобразования электрической энергии в световую. <i>Чем выше световая отдача, тем эффективнее источник света.</i>	η	лм/Вт
6	Коэффициент отражения – показывает, какая доля светового потока будет отражена.	ρ	%
7	Светимость - отношение светового потока, исходящего от элемента поверхности, к площади этого элемента.		лм/м ²

8	<p>Цветовая температура - определяет цветность ламп и цветовую тональность (теплую, нейтральную или холодную) освещаемого этими источниками пространства;</p> <p><i>Очень тёплый свет: 2500-2800 К; Тёплый свет: 2800-3500 К; Нейтральный свет: 3500-5000 К; Холодный свет: 5000 К и выше; Дневной свет: 6000 К;</i></p>	Т	<p>К,</p> <p>Цветовая температура измеряется в Кельвинах, чем выше это значение, тем холоднее цвет.</p>
---	---	---	---

2. Общие характеристики источников искусственного света и осветительных приборов

Источник света - каждый объект, излучающий энергию в световом пространстве, которая воспринимается зрительной системой человека.

По своей природе источники света подразделяются на **искусственные и естественные**.

Искусственные источники света - технические устройства различной конструкции и с различными способами преобразования энергии, основным назначением которых является получение светового излучения (как видимого, так и с различной длиной волны, например, инфракрасного). В источниках света используется в основном электроэнергия, но также иногда применяется химическая энергия и другие способы генерации света.

Основные характеристики искусственных источников света:

- Электрические (напряжение, мощность);
- Геометрические (форма, размер);
- Световые (яркость, световая отдача, световой поток);
- Цветовые (спектральный состав, цветовая температура, цветопередача);
- Экономические (стоимость, срок службы).

Осветительный прибор (ОП) – это основное техническое средство, обеспечивающее создание требуемых условий искусственного освещения. Это устройства, перераспределяющие световой поток источников света в пространстве требуемым образом.

ОП делятся на три класса: светильники, прожекторы и проекторы.

Электрические осветительные приборы состоят из:

- источника света;
- крепежной (электроконтактной) арматуры;
- отражателя (рассеивателя) светового потока.

2.1. Виды источников искусственного освещения

Источники искусственного света играют в нашей жизни важную роль. Они выполняют не только практическую, но и эстетическую

ункцию. Так, существует множество ламп, различающихся по форме, размерам и техническим характеристикам.


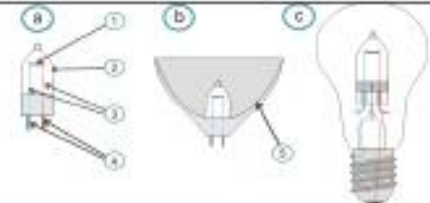

Основная классификация источников искусственного освещения – по принципу преобразования электрической энергии в световую (см. таб.2):

- **тепловые источники света** (лампа накаливания, галогенные лампы). В тепловых источниках света используется тепловое действие электрического тока для разогрева тел (например, вольфрамовая спираль) до такой температуры, при которой они создают свечение достаточно яркое для его использования.

- **газоразрядные источники света** (натриевые высокого и низкого давления, люминесцентные, металлогалогенные, ксеноновые и неоновые лампы). В газоразрядных источниках света электрический ток используется для генерации света электрического разряда между двумя электродами.


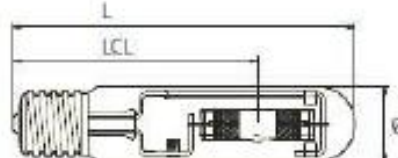
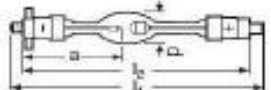
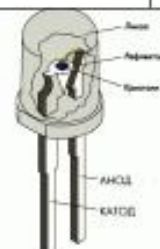


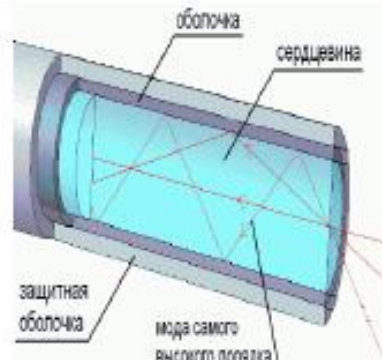
- **полупроводниковые источники света** – светодиоды (в английском варианте LED – light emitting diodes). Работа основана на физическом явлении возникновения светового излучения при прохождении электрического тока через p-n-переход в полупроводниках.

Классификация источников искусственного освещения. Таблица 2.

1	Тепловые источники света	Лампа накаливания	1 - колба; 2 - полость колбы (вакуумированная или наполненная газом); 3 - тело накала; 4, 5 - электроды (токовые вводы); 6 - крючки-держатели тела накала; 7 - ножка лампы; 8 - внешнее звено токоввода, предохранитель; 9 - корпус цоколя; 10 - изолятор цоколя (стекло); 11-контакт донышка цоколя.	
		Галогенная лампа накаливания	1 - Вольфрамовая нить (спираль); 2 - Стеклаянная колба; 3 - Электроды; 4 - Контактная группа; 5 - Отражатель (рефлектор).	
2	Газоразрядные источники	Низкого давления (НД);	ЛЛ - люминесцентная лампа;	

			КЛЛ - компактная ЛЛ;		
			НЛИД – натриевая лампа НД;		

Продолжение таб.2

1	2	3	4	5
2	Газоразрядные источники света	Высокого давления (ВД)	НЛВД – натриевая лампа ВД;	
			МГЛ - металло-галогеновая лампа	
			ДРЛ – дуговая ртутно-люминесцентная лампа;	
3	Полупроводниковые источники света			
4	Волоконно-оптическое освещение. Оптоволоконно			

Лампы накаливания являются типичными теплоизлучателями. В их запаянной, заполненной инертным газом (криптоном или аргоном) колбе вольфрамовая спираль под действием электрического тока накаляется до высокой температуры (2600-3000°C), в результате чего излучается свет. Колба такой лампы может быть выполнена в виде гриба, шара или трубки. Цоколи ламп накаливания обычно имеют специальную маркировку – латинскую букву Е (первая буква фамилии изобретателя Томаса Эдисона – Thomas Edison, который придумал цоколь), а также числовой показатель. Он обозначает диаметр резьбы в миллиметрах. Чаще всего применяются цоколи Е27 (мощность лампы 25–200 Вт), Е14 (под патроны «миньон» мощностью 25–100 Вт), Е40 (для ламп мощностью 200–750 Вт), а также мини-цоколи Е12.

Существуют некоторые ограничения в их применении. Поскольку такие лампы являются источником света теплой «тональности», они могут создавать погрешности при передаче сине-голубых, желтых и красных тонов. Не рекомендуется применять лампы накаливания для освещения больших площадей, так как они выделяют достаточно много тепла.

Преимущества и недостатки ламп накаливания.

Преимущества:

- малая стоимость;
- ненужность пускорегулирующей аппаратуры, при включении они зажигаются практически мгновенно;
- отсутствие токсичных компонентов и как следствие отсутствие необходимости в инфраструктуре по сбору и утилизации;
- возможность работы, как на постоянном токе (любой полярности), так и на переменном; возможность изготовления ламп на самое разное напряжение (от долей вольта до сотен вольт);
- отсутствие мерцания и гудения при работе на переменном токе;
- непрерывный спектр излучения;
- устойчивость к электромагнитному импульсу;
- возможность использования регуляторов яркости;
- нормальная работа при низкой температуре окружающей среды.

Недостатки:

- низкая световая отдача;
- относительно малый срок службы; резкая зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения; цветовая температура лежит только в пределах 2300—2900 К, что придаёт свету желтоватый оттенок;
- лампы накаливания представляют пожарную опасность (через 30 минут после включения ламп накаливания температура наружной поверхности достигает в зависимости от мощности следующих величин: 40 Вт — 145°C, 75 Вт — 250°C, 100 Вт — 290°C, 200 Вт — 330°C. При соприкосновении ламп с тек-

стильными материалами их колба нагревается еще сильнее. Солома, касающаяся поверхности лампы мощностью 60 Вт, вспыхивает примерно через 67 минут);

- световой КПД ламп накаливания, определяемый как отношение мощности лучей видимого спектра к мощности, потребляемой от электрической сети, весьма мал и не превышает 4%.

Галогенные лампы накаливания по структуре и принципу действия сравнимы с традиционными лампами накаливания. Самое главное отличие в том, что газ-наполнитель, используемый в таких изделиях, содержит незначительные добавки галогенов (бром, хлор, фтор, йод) или их комбинации. Благодаря этим «добавкам» удастся избежать потемнения колбы (обычные лампы накаливания тускнеют из-за испарения атомов вольфрама). Колбы галогенных ламп изготавливают из тугоплавкого кварцевого стекла, более устойчивого к высокой температуре, химическим воздействиям и т. д. Это позволяет повысить температуру спирали и, соответственно, увеличить в 1,5–2 раза световую отдачу и срок службы лампы. Спектр излучения галогенных ламп ближе к спектру белого света. Поэтому они прекрасно передают цвета мебели и интерьера в теплой и нейтральной гамме.

Люминесцентные лампы - газоразрядные источники света – это приборы, в которых электрическая энергия преобразуется в оптическое излучение при прохождении тока через газы (как правило, используется ртуть, имеющая в парообразном состоянии невысокое давление и не представляющая угрозы для здоровья потребителя). Под воздействием электрического тока в парах ртути образуется незаметное человеческому глазу ультрафиолетовое излучение. А благодаря специальному веществу – люминофору, наносимому на внутреннюю поверхность трубки, это излучение становится видимым. Именно от используемой разновидности люминофора зависят цветовые характеристики конкретной лампы.

Люминесцентные лампы могут иметь различную форму. В магазинах встречаются прямые трубчатые (линейные), фигурные и так называемые компактные модели. Диаметр трубок может варьироваться в пределах 16–60 мм. Размер никак не связан с мощностью лампы. Подобные устройства дают не направленный, а рассеянный свет. Существуют специальные люминесцентные светильники с внутренним отражателем, позволяющим фокусировать пучок света по всей длине лампы. Такой светильник вполне можно устанавливать на высоте 4–5 м.

Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) предназначены для небольших по размеру светильников. По сравнению с обычной лампой накаливания, КЛЛ требует электроэнергии примерно на 80% меньше. При этом световая отдача компактных люминесцентных ламп составляет 40–80 лм/Вт. В целом, компактные люминесцентные лампы объединяют в себе лучшие качества традиционных ламп накаливания и обычных люминесцентных ламп.

К их недостаткам следует отнести: линейчатый спектр излучения, утомляемость от мерцания света, шум пускорегулирующей аппаратуры (ПРА), вредность паров ртути в случае попадания в помещение при разрушении колбы, невозможность мгновенного перезажигания для ламп высокого давления.

Особенности эксплуатации ЛН, ЛЛ, КЛЛ:

- Температура колбы ламп накаливания может достигать 500°C, поэтому при их установке следует соблюдать нормы противопожарной безопасности;
- Галогенные лампы весьма чувствительны к скачкам напряжения сети, поэтому их желательно включать через стабилизатор напряжения, а некоторые типы – через понижающий трансформатор;
- В отличие от обыкновенных ламп накаливания, люминесцентные лампы не приспособлены к работе при температуре воздуха ниже 5°C: во-первых, «поджечь» ртутный разряд при минусовой температуре гораздо сложнее, а во-вторых, пары ртути будут излучать меньше ультрафиолета, и, значит, лампа станет гореть хуже;
- Люминесцентные лампы дают очень яркий свет. Чтобы сгладить их слепящее действие (из-за которого могут уставать глаза), можно использовать светильники с матовым стеклом;
- Лампы накаливания мощностью 25, 40, 60, 75 и 100 Вт можно заменить компактными люминесцентными лампами (не снижая уровень освещенности) мощностью 5, 7, 11, 15, 20 Вт.
- Светодиодные системы (или светодиоды или LED-светильники – light emitting diodes) обладают целым рядом достоинств: они весьма компактны (это позволяет освещать труднодоступные для обычных громоздких светильников места), безопасны в эксплуатации, имеют довольно продолжительный срок службы. Немаловажным качеством светодиодных систем является их экономичность. Поскольку светодиоды работают от низкого напряжения, они потребляют мало электроэнергии.

При этом практически всю энергию такие устройства преобразуют в свет, а не тепло. Они не боятся влаги. Светодиодные системы дороже иных источников света. Однако это касается лишь единовременных затрат на покупку и монтаж.

Оптоволокно. Волоконно-оптические технологии в освещении применяются уже несколько десятилетий, но до сих пор считаются экзотикой. Их работа основана на физическом явлении многократного полного внутреннего отражения. Конструктивной основой гибких волоконных световодов являются стеклянные оптические волокна, которые выпускаются со специальными добавками, обеспечивающими их стойкость к поражению грибами, плесенью и водорослями, а также с добавками против вредного воздействия ультрафиолетового излучения.

Волокно состоит из сердцевины, выполненной из мягкого материала, и более твердой оболочки. Разные материалы по-разному преломляют свет, что и заставляет работать физику полного внутреннего отражения: сердцевина должна иметь больший показатель преломления, чем оболочка.

Стеклянное оптоволокно давно применяется в телекоммуникации для передачи данных с высокой скоростью. Большие надежды возлагаются сейчас на полимерные волокна (POF – plastic optic fiber), которые примерно вдвое дешевле стеклянных. Пластик не подходит для создания высокоскоростных линий передачи данных, но вполне пригоден для расстояний порядка нескольких десятков метров. Поэтому предполагается, что полимерное оптоволокно станет основой для очередной революции в домашних сетях – создания интеллектуального дома нового поколения. Сеть на основе POF объединит все управляющие и обслуживающие системы дома с мультимедийными хранилищами аудиовизуальной и любой другой информации. Сегодня пластиковое волокно широко применяется в освещении.

Волокна бывают различных диаметров, причем, чем тоньше волокно, тем легче его сгибать, поэтому использование световода (оптоволоконного кабеля), объединяющего несколько волокон, является более практичным, чем применение одного волокна большего диаметра.

Для механической защиты волокон в световоде употребляется пластиковая оболочка, сходная с изоляцией обычного кабеля (ПВХ, меголон и т.д.). В случае значительных механических нагрузок применяется двойная оболочка.

Световоды бывают двух типов – торцевого и бокового свечения. Оптоволоконные кабели торцевого свечения работают по классической схеме передачи света с минимальными потерями в заданную точку пространства. Принцип действия кабелей бокового свечения, наоборот, основан на «побочном эффекте» свечения оптоволоконка, возникающем из-за потерь при внутреннем отражении, когда часть света проходит наружу (это происходит при изгибе волокна, когда угол падения лучей меньше предельного и фактически внутреннее отражение становится не полным, а частичным. В световодах бокового свечения используются такие же волокна, как и в кабелях торцевого свечения, только они особым образом скручены или переплетены. При этом применяется прозрачная гибкая оболочка, и свет становится хорошо видимым, создавая боковое свечение вдоль световода.

Эффективность оптоволоконной системы освещения не превышает 15-20%. Оптические волокна не проводят электричество, а производимое ими количество тепла ничтожно. Оптоволоконные световоды могут находиться в непосредственном контакте с водой и с любыми

строительными материалами. Оптические волокна не проводят ультрафиолетовое и инфракрасное излучение. Производители как полимерного, так и стеклянного оптоволокна декларируют средний срок службы изделий более 20 лет.

2.2.Классификация осветительных приборов

1. по светотехническим функциям:

- осветительные приборы;
- светосигнальные приборы;

2. по условиям эксплуатации:

- световые приборы для помещений;
- световые приборы для открытых пространств (уличные, садово-парковые и пр.);
- световые приборы для экстремальных сред;

3. по характеру светораспределения:

- светильники;
- прожекторы и проекторы;

4. по типу лампы:

- с лампой накаливания;
- с разрядной лампой
- светодиодные;

5. по возможности перемещения при эксплуатации:

- стационарные;
- переносные;
- передвижные;

6. по способу питания лампы:

- сетевые;
- с индивидуальным источником питания;
- комбинированного питания;

7. по возможности изменения положения оптической системы:

- подвижные;
- неподвижные;

8. по возможности изменения светотехнических характеристик:

- регулируемые;
- нерегулируемые;

9. по способу охлаждения:

- с естественным охлаждением;
- с принудительным охлаждением;

10. внутри помещений по месту установки:

- настенный светильник;
- потолочный светильник;
- напольный (венчающий) светильник;
- настольный светильник;
- подвесной светильник;

- встраиваемый светильник;

11. по степени защиты от пыли и воды:

Все светильники классифицируются по степени защиты от окружающей среды. Для обозначения степени защиты применяются буквы «IP» и следующие за ним две цифры. Цифры означают:

- 1-я цифра — Защита от твердых тел и пыли;

0 — Защита отсутствует; 1 — защита от твердых тел размером более 50 мм; 2 — защита от твердых тел размером более 12 мм; 3 — защита от твердых тел размером более 2.5 мм; 4 — защита от твердых тел размером более 1 мм; 5 — защита от пыли; 6 — пыленепроницаемость.

- 2-я цифра — Защита от влаги;

0 — Защита отсутствует; 1 — Защита от попадания капель, падающих вертикально вниз; 2 — Защита от попадания капель, падающих сверху под углом к вертикали не более 15° (оборудование в нормальном положении); 3 — Защита от попадания капель или струй, падающих сверху под углом к вертикали не более 60° , защита от дождя; 4 — Защита от попадания капель или брызг, падающих под любым углом, защита от брызг; 5 — Защита от попадания струй воды под любым углом; 6 — Защита от волн воды; 7 — Защита от попадания воды при временном погружении в воду; 8 — Защита от попадания воды при постоянном погружении в воду.

3. Освещение интерьера

При проектировании освещения интерьеров комплексно решаются следующие задачи:

- Функциональная – обеспечение уровня освещенности для конкретных условий зрительной работы в помещении;
- Архитектурная – создание художественной выразительности интерьера;
- Экономическая – определение оптимального варианта, учитывающие функциональные и архитектурные требования освещению.

Функциональное освещение в настоящее время обеспечивает норму горизонтальной освещенности на рабочих местах, удовлетворяющей требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Расчет осветительной установки по горизонтальной освещенности свидетельствует лишь о том, что выполняется одно из необходимых условий освещения интерьера.

Проектирование освещения на основании нормируемых уровней освещенности на рабочей поверхности ограничивается созданием освещения, удовлетворяющего конкретным условиям зрительной работы. Разумеется, одновременно освещается не только рабочая плоскость, но интерьер. Распределение яркостей при этом получается случайным, обычно не со-

ответствующим художественному замыслу. Поэтому этот способ проектирования не может применяться для оценки архитектурного освещения.

Случайное распределение яркостей искажает задуманный художественный образ интерьера, лишая его архитектоники.

Существующий метод оценки световой среды основан на двухмерном критерии - освещенности поверхности, а световая архитектура интерьера связана с восприятием пространства, формы, пластики, цвета, т.е. с многомерными характеристиками.

Сегодня произвести расчет освещенности, т.е. расчет различных светотехнических величин, возможно в специализированных компьютерных программах. Одна из популярных светотехнических программ – DiaLux (DIALux).

Данная программа позволяет выполнять светотехнические расчеты с подстановкой технических характеристик. Она основана на обосновании выбора моделей и расстановки светильников. Получив расчет освещенности, светотехник и дизайнер могут оценить уровень освещенности объекта уже на стадии проектирования, и, при необходимости, внести коррективы в разрабатываемый проект.

В современном интерьере архитектурная роль освещения возросла настолько, что во многих случаях восприятие архитектуры интерьера определяется светом.

Таким образом, при проектировании освещения в интерьере необходимо решение следующих задач:

1. Определить распределение яркостей и освещенности;
2. Устранить дискомфортную блескость и определить допустимые яркости в соответствии с требованиями ограничения блескости;
3. Запроектировать насыщенность помещения светом и выбрать его спектральный состав, определяемый цветовым решением интерьера;
4. Подобрать систему освещения, удовлетворяющую эстетическим и функциональным требованиям.

3.1. Назначение видов освещения

Назначение искусственного освещения - создать благоприятные условия видимости, сохранить хорошее самочувствие человека и уменьшить утомляемость глаз.

При искусственном освещении все предметы выглядят иначе, чем при дневном свете. Это происходит потому, что изменяется положение, спектральный состав и интенсивность источников излучения.

По целевому назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, дежурное, аварийное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы людей и движения транспорта.

Дежурное освещение включается в нерабочее время. Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется

- на общее,
- местное (или локальное),
- рабочее,
- акцентное,
- декоративное.

Общее освещение. Обеспечивает видимость и показывает интерьер в целом. Для него оптимален верхний свет, обильно и мягко заливающий все помещение и равномерно освещающий пространство. Современный дизайн уже не предусматривает обязательного общего освещения всех помещений. Привычное решение общего света — одиночный светильник в середине потолка — уже утратило свою актуальность. Люстры еще продолжают оставаться элементами общего освещения, особенно это касается жилья, выполненного в классическом стиле. Но их центральное расположение вовсе не обязательно. Светильник должен найти свое место там, где он действительно нужен, например, над обеденной группой или зоной отдыха. Если же светильник висит в центре, он обязательно дополняется другими, разной фактуры и уровня яркости. В роли источников верхнего света могут выступать встроенные лампы прямого света (споты), припотолочные светильники, скрытые за размещенным вдоль стен специальным выступом (этот прием зрительно увеличивает объем помещения и выгодно подчеркивает конфигурацию пространства). Такие источники отражают свет от потолка и отдают большую часть его назад, равномерно рассеивая по всей комнате. Отраженный свет делает пространство невесомым и прозрачным, а также создает наиболее комфортное и равномерное освещение.

Местное, или локальное освещение. Обеспечивает видимость и показывает отдельные функциональные зоны интерьера. Каждая такая зона может работать автономно. Для такого типа освещения уместно использовать настольные лампы, бра, торшеры и т.д. Местное освещение создает более спокойную, камерную обстановку в комнате, располагает к отдыху и расслаблению, поэтому должно присутствовать во всех помещениях, где человек проводит много времени. При выборе локальных светильников стоит обратить внимание на модели, в которых есть изменяющий положение лампы кронштейн и регулятор поворота светового элемента, а также регулятор яркости освещения. Все это позволит устанавливать именно тот уровень света, при котором вам будет комфортно заниматься своими делами, а также позволит время от времени приятно разнообразить световую картину интерьера.

Рабочее освещение. Предназначено для освещения небольшого пространства, необходимого для того, чтобы заниматься каким-нибудь делом, требующим внимания и сосредоточения на мелких деталях (работа за компьютером, шитье, ручной труд, рисование и т. д.). Неверно подобранный рабочий свет может быть как чрезмерным, так и недостаточным, что неизбежно создаст определенные неудобства в работе. Во избежание таких проблем рекомендуется составить хорошо продуманную комбинацию различных независимых друг от друга светильников разной степени яркости. Наряду с рабочим светом обязательно должен присутствовать общий, так как контраст между интенсивно освещенной рабочей поверхностью и темнотой вокруг нее утомляет глаза и приводит к быстрому снижению работоспособности. Лучше всего для создания рабочих условий подходит рассеянный общий свет и гибкая настольная лампа. Чем кропотливее и тоньше работа, тем сильнее должен быть рабочий свет. Стоит обратить внимание на то, что светильники для ламп накаливания подходят не для всякой работы, так как они дают довольно сильные блики, а также нагревают освещаемое пространство.

Акцентное освещение (или подсветка). Определяется, как выделение светом отдельных деталей интерьера. Оно гармонично сочетает в себе функциональные и эстетические свойства: подсвеченный объект становится не только приятным для зрения, но и удобным в использовании. Наиболее эффектно подсветка смотрится там, где общий световой фон неяркий, приглушенный. Тогда он не затмевает собой сияние небольших акцентных огней, раскрывая их возможности в полную силу. На это указывает и то, какие предметы чаще всего подчеркиваются подсветкой — картины, декоративные предметы интерьера, стеллажи, стеклянные полочки и т. д. Шторы на окнах также могут быть подсвечены мягким светом. Подсвеченное зеркало изящнее и удобнее обычного. Для акцентного освещения лучше всего подходят светодиодные светильники.

Декоративное освещение. Отличается от остальных видов тем, что его основная задача — не столько освещать пространство или объекты, сколько радовать глаз, создавать праздничную или наоборот, расслабляющую атмосферу.

При формировании светового климата следует учитывать минимальные нормы освещенности одного квадратного метра поверхности (см. таб.3).

Основные принципы для эффективного освещения. Таблица 3.

Помещение	Средняя мощность, Вт/м ²		
	Лампа накаливания	Галогеновая лампа	Дневной свет
Спальня	10-20	14-17	4-5
Гостиная	10-35	25-30	7-9
Кухня	12-40	30-35	8-10

Ванная комната *	10-30	23-27	6-8
Коридор	10-15	11-13	3-4
Подвал/ Гараж	10-15	11-13	3-4
Хобби комната	30-90	70-80	18-22

Главные критерии сегодня – мобильность и разнообразие, которых можно достичь комбинированием разных видов освещения.

3.2. Типы светораспределения

Следует разделять осветительные приборы и по типу направленности их светового потока. **Выделены следующие типы светораспределения:**

- прямое или направленное;
- отраженное;
- рассеянное.

Прямое или направленное светораспределение. Когда свет от светильника направлен узким пучком и в одном направлении, то говорят о прямом светораспределении. Это самый мощный и самый экономичный световой поток. Яркий пример такого осветительного прибора – настольная лампа, освещающая рабочую зону. К использованию прямого света в интерьере нужно отнестись с осторожностью — он дает глубокие тени и слепит, если попадает в глаза. Кроме того, он не очень выгодно освещает интерьер, делая его плоским и поверхностным. Поэтому верхний и местный свет редко бывает только направленным, как правило, светильники сочетают несколько типов светораспределения (прямой и рассеянный, прямой и отраженный, отраженный и рассеянный свет). Такое комбинированное освещение создает более натуральное освещение.

Отраженное светораспределение. При нем свет направлен на стены или потолок и отражается от них. Это самое естественное и безвредное освещение, благодаря тому, что направлено исключительно на отражающие поверхности стен и потолка. К положительным свойствам отраженного света можно добавить то, что оно не раздражает глаз и равномерно освещает пространство. Необходимо учитывать тот факт, что разные поверхности по-разному отражают и рассеивают свет. Так, блестящая поверхность, обладающая легким зеркальным эффектом например, глянцевые натяжные потолки, кафельная плитка, полированный стол), будет максимально полно отражать свет, но на самой поверхности могут появляться блики. А вот фактурная шероховатая поверхность мебели или рельефных обоев будет поглощать и рассеивать свет. Если свет направлен прямо на такую текстуру, то он выделит ее, подчеркнет рельефность и узор, а отраженный свет сгладит трехмерность поверхности и сделает более приглушенным цвет мебели, как бы размывает его. К разновидностям отраженного освещения относится также скрытое освещение. Для него неважен сам источник света, главное — поверхность, от кото-

рой он отражается. При скрытом освещении светильники, спрятанные за панелями и/или фальшпотолком, дают мягкий отраженный свет. Источники света могут быть расположены как в стенных фризах, стенных и гардинных нишах, так и в желобах (углублениях) в стенах и потолке. В скрытых светильниках источник света должен располагаться на некотором расстоянии от освещаемой поверхности, для того чтобы конус света был достаточно широк.





Основное назначение скрытых светильников — проецировать световое пятно необходимого цвета и интенсивности на ту или иную поверхность либо объект. Для организации такого освещения чаще всего используют галогенные светильники. Они дают направленный, достаточно интенсивный пучок света с ярким цветовым эффектом. Сравнительно небольшие размеры светильников позволяют спрятать их за элегантные архитектурные детали: карнизы, капители, горизонтальные поверхности полок. Это тот редкий случай, когда внешний вид самого источника света не особенно важен. А вот форма светового пятна, создаваемого на поверхности, часто является одной из важнейших характеристик подобного светильника. Условно подсветка делится на два типа - равномерную и точечную.

Равномерным освещением можно назвать световые пятна от нескольких источников, сливающиеся в единую линию или область на отражающей поверхности. При точечном освещении световое пятно каждого светильника имеет чёткие границы.

Рассеянное освещение. Если освещение направлено равномерно в разные стороны, и создается мягкое фоновое свечение, то такое распределение света называют рассеянным. Рассеянный свет мягче, приятнее и слабее прямого и отраженного, он не создает проблем с тенями и равномерно распределяется во все направления. Этот эффект достигается максимальной защитой источников колпаками, плафонами и абажурами из матового стекла или ткани. Его примером служит люстра, у которой широким матовым плафоном закрыты лампочки или светильник в виде сферы или полусферы из матового материала.

Только комбинируя осветительные приборы с различными типами светораспределения можно достичь комфортного освещения пространства.

Эффективность тех или иных типов светильников можно оценить по таб.4. Таблица 4.

			
80%	65%	70%	50%

3.3. Основные типы осветительных приборов для интерьера

I – Потолочные светильники

Обычно используются для основного, общего освещения. Традиционно выделяют следующие виды потолочных светильников:

- люстры, они же подвесы (подвесные светильники);
- «тарелки» и прочие плафоны, крепящиеся непосредственно на
- потолке;
- светильники узконаправленного света (даунлайты и софиты).

Подвесы бывают как мягкими, так и жесткими.

Мягкие подвесы — это лампы, висящие на цепочках или на самих электрических проводах.

Жесткие подвесы — это штанги (как правило, металлические), направленные сверху вниз от основания светильника к лампочкам. По своему дизайну некоторые жесткие подвесы представляют собой буквально торшеры или настольные лампы, перевернутые «вверх ногами».

Функции современных потолочных светильников уже не ограничиваются одним лишь обеспечением освещения в комнате, они давно стали важным элементом дизайна любого помещения. В больших по площади помещениях следует устанавливать крупные потолочные светильники, а в компактных комнатах — соответственно, небольшие аккуратные модели, уделив при этом основное внимание выбору подходящего типа используемой лампы.

I.I - Подвесные светильники

Задача подвесных светильников состоит в том, чтобы создать в помещении определенное ровное и равномерное освещение. При выборе подвесного светильника тип помещения, в котором он будет использоваться, и его функции являются определяющими — нужно четко представлять размеры пространства, высоту потолков, наполняемость площади, которую будут освещать подвесные светильники.

I.II - Тарелки

Тарелки светят вниз, лучи рассеиваются полупрозрачными стеклами или пластиками. Получается мягкое равномерное освещение с весьма слабыми тенями. В некоторых случаях дают комбинированный свет: одна часть светового потока идет вверх, в потолок, другая — соизмеримая по величине с первой — направляется вниз через диффузор (рассеиватель — плафон, абажур и т.п.).

I.III - Даунлайты

Так называют небольшие, чаще всего встраиваемые светильники, направляющие свет вниз. Они универсальны — с их помощью можно освещать жилые комнаты, кухни, ванные, прихожие и даже наружные объекты. Они будут различаться только степенью защиты от внешних воздействий — влаги и механических повреждений.

Для общего света встроенные светильники используют в сочетании с более мощными источниками света, так как яркости одних даунлайтов для этого недостаточно. Также их часто используют для подсветки отдельных зон, требующих большей освещенности. Такой свет делает объекты рельефнее и четче, поэтому он как нельзя лучше подходит для подсветки декоративных ниш с предметами искусства. Даунлайты могут быть поворотными или закрепленными неподвижно. Там, где есть верхняя плоскость, даунлайты встраиваются непосредственно в нее (например, в нишах, полках шкафов), в других случаях монтируются в готовые или дополнительно устанавливаемые фризы (зеркала, наружное освещение шкафов).

II - Настенные светильники

Следует отметить, что не каждый настенный светильник является бра. На стене могут быть закреплены настольные лампы, торшеры, “тарелки”. Эти настенные светильники с таким же успехом могли бы стоять на столе или даже на полу. Бра проектируются изначально для расположения на стене и не могут быть помещены нигде больше. Это и есть истинные бра. Световые потоки бра направлены вверх или вниз — вдоль стены, почти параллельно ей. Такие бра помимо света, рассеиваемого плафоном и излучаемого внутрь комнаты, дают весьма специфический эффект на самой стене. В зависимости от размеров бра, его формы и направления излучаемых им световых потоков оно может быть источником общего или локального освещения.

Разнообразие настенных светильников очень велико, и различаются они между собой как внешне, так и функционально. Количество и тип ламп, используемых в настенных светильниках, определяется типом помещения, в котором они будут установлены, его размером, степенью естественной освещенности.

II - Настольные светильники

Очень популярный и известный много веков вид осветительных приборов. Такие светильники выполняют одну из двух практических задач: создать мощный источник света над столом, позволяющий снизить нагрузку на глаза, либо, наоборот, создать мягкий, приглушенный свет, если речь идет о ночном светильнике, стоящем на столе или прикроватной тумбочке. В целом имеет место следующее разделение — настольные светильники для работы и настольные светильники для уюта. В первом случае самым важным критерием является функциональность светильника — мощность света, удобство крепления, возможность смены ламп, надежность. Во втором — более важным является дизайн, комфортность освещения, цвет светильника и его форма.

IV - Напольные светильники

По выполняемым функциям можно разделить на две большие группы: для домашнего уютного освещения и для создания точечной адресной подсветки (прожекторы). Второй тип напольных светильников — напольные прожекторы, которые носят сугубо прикладной характер использования и

применяются для подсветки сцены, подиумов, витрин и других коммерческих и общественных объектов.

Задача таких светильников создавать мощный направленный свет, направление которого должно меняться в зависимости от ваших потребностей. Такие светильники должны быть мощными, надежными, простыми в эксплуатации, очень прочными и неприхотливыми. Традиционно мы воспринимаем торшер как источник локального освещения. Чаще всего его используют для чтения и освещения "зоны переговоров" — мягкой мебели, журнального столика.

Виды торшеров:

- обычные торшеры — около 150 см;
- маленькие торшеры — высотой 120-130 см;
- карликовые торшеры — высотой 70 сантиметров. Они похожи скорее на большие настольные лампы, стоящие, тем не менее, на полу.

Таким образом, торшеры являются источником локального, общего или рабочего освещения.

V - Встраиваемые светильники

Для того чтобы помещение наиболее точно соответствовало художественным задумкам, сейчас очень популярна перепланировка и установка разнообразных декоративных элементов. Однако, когда комната изменяет форму, отходя от строгих линий, в ней появляется множество углов, выступов и уступов, дающих тени. Полноценно осветить такое помещение, в котором применяются современные дизайнерские решения, помогут встраиваемые светильники. Эти осветительные элементы легко встраиваются как в конструкции из гипсокартона или в подвесные потолки, так и в книжные полки, в общем — практически в любые элементы оформления помещений.

По сути, такие светильники можно встроить при желании даже в обычные бетонные стены. Если же встраиваемый светильник еще и поворотный, тогда можно направить луч света, идущий из любой точки комнаты, именно туда, куда вы хотите.

VI - Мебельные светильники

Они встраиваются в мебель и выполняют две функции, первая из которых — подсветка непосредственно предметов мебели и предметов в/на них, вторая — создание дополнительных источников света для всего помещения. Как правило, светильники встраиваются в мебель на этапе ее создания и сборки на мебельной фабрике, но это можно сделать и самостоятельно.

VII - Светильники локальной подсветки

Локальные светильники стали применяться в оформлении интерьеров почти два века назад. Однако с тех пор их облик претерпел поразительное видоизменение, хотя область применения осталось той же.

Основная задача таких светильников, как и прежде, — дополнительное освещение пространства в помещении. С их помощью можно

акцентировать внимание на любой объект, добавить пространству освещенности и даже преобразить интерьер, разграничив его определенными зонами. Современные образцы подобной продукции должны быть поворотными или мобильными, обладать высокой эффективностью освещения, иметь функцию энергосбережения и высокую степень безопасности.

VIII – Токопроводные системы освещения

Существует несколько видов таких систем освещения. Их делят на низковольтные (12-24 В) и высоковольтные (220 В). В первых применимы только низковольтные галогенные лампочки, а высоковольтные выдерживают лампы накаливания, люминесцентные и даже мощные металлогалогенные лампы. Есть несколько наиболее распространенных конструкций.

VIII.1 - Струнные (тросовые) системы.

В них электрический ток протекает по натянутым тросам. В низковольтных системах они тонкие, как струна, а в высоковольтных из-за большего веса и мощности светильников более толстые и изолированные. В струнных системах используются, как правило, два параллельных троса (один нулевой, второй фазный), находящихся на расстоянии 3-20 см друг от друга. Светильники крепятся либо на гибких подвесках, либо располагаются между тросами в одной плоскости. Во избежание провисания тросы натягиваются очень сильно, поэтому между двумя гипсокартонными стенами их не закрепить. В таких случаях длинные анкерные болты крепят к основной стене или монтируют на потолок две жесткие стойки (см. рис.3).



Рис.3. - Струнные (тросовые) системы.

VIII.2 - Шинопроводные системы.

Они различаются по конструкции системы: треки, шины, модули, монорельсы.

Разница в названиях зависит от внешнего вида и устройства токопровода. Немецкое «Sienen» (шины) и английское «track» (трек) — названия для токопровода на основе профиля различной конфигурации с интегрированными в него медными проводниками. Общее в них то, что, в отличие от струнных систем, они жесткой конструкции, имеют заданную форму и не требуют натяжения. К потолку и стенам они крепятся с помощью гиб-

ких тросов или жестких стержней. Часто отдельные токопроводные шины объединяют в общую цепь с помощью гибких коннекторов. В отдельных случаях шинопроводы могут встраиваться в декоративный потолок за подлицо, так что становятся невидимыми, видны лишь светильники и адаптеры (это кронштейны, с помощью которых светильники крепятся к шинопроводу). Поскольку выполняют они не только технические функции, но и эстетические, встречаются модели с самыми разными декоративными покрытиями.

Рельсовые системы относятся к низковольтным, поэтому ток протекает по голым неизолированным проводникам. Есть монорельсовые конструкции (с круглым, эллипсовидным или квадратным сечением токопровода в 6-10 мм., см. рис.4а), а есть двухрельсовые (проводниками служат тонкие медные трубки диаметром не более 10 мм., см. рис. 4б). К ним, как и к тросам, жестко или на гибких подвесках монтируются светильники. Обычно рельс можно отрезать и изогнуть по требуемому. Выполнять это следует заранее с помощью специальных инструментов.



Рис. 4. Рельсовые системы
Рис. 4а.



Рис. 4б.

Трековые системы (рис.5) представляют собой пластиковый или алюминиевый профиль, внутрь которого помещают пару проводников с изоляцией. Есть низковольтные и высоковольтные варианты. Нередко в профиль трека запрессовывается несколько пар проводников с изолятором для различных цепей: один подает ток к розеткам, другой к светильникам, третий к компьютерам. В основном такие многожильные треки применяют в коммерческих помещениях.

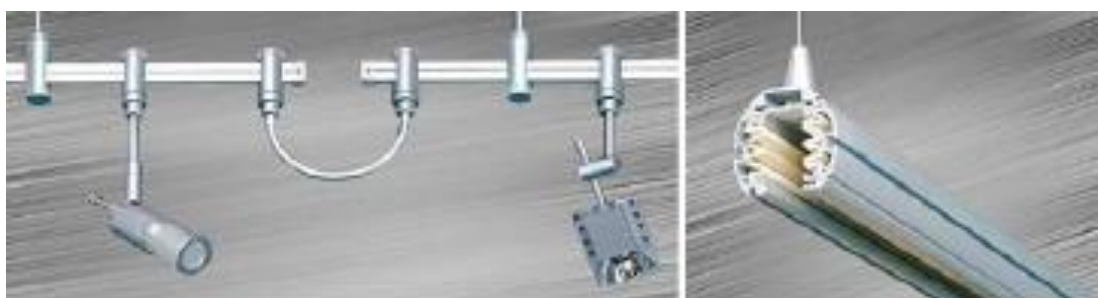


Рис.5. Трековые системы.

Модульные системы - это полые пластиковые короба, внутри которых прячутся электропроводка и трансформаторы. Ширина их зависит от размеров монтируемых светильников (обычно - от 3,5 до 20 см). В силу конструктивных особенностей светильники (применимы как низковольтные, так и высоковольтные) становятся неотъемлемой, несъемной частью модулей (см. рис.6). Вся система подвешивается к потолку на гибких тросах, либо встраивается в подвесную конструкцию, профили состыковываются между собой под различными углами. Модульные системы заказываются на заводе только по специальному проекту.

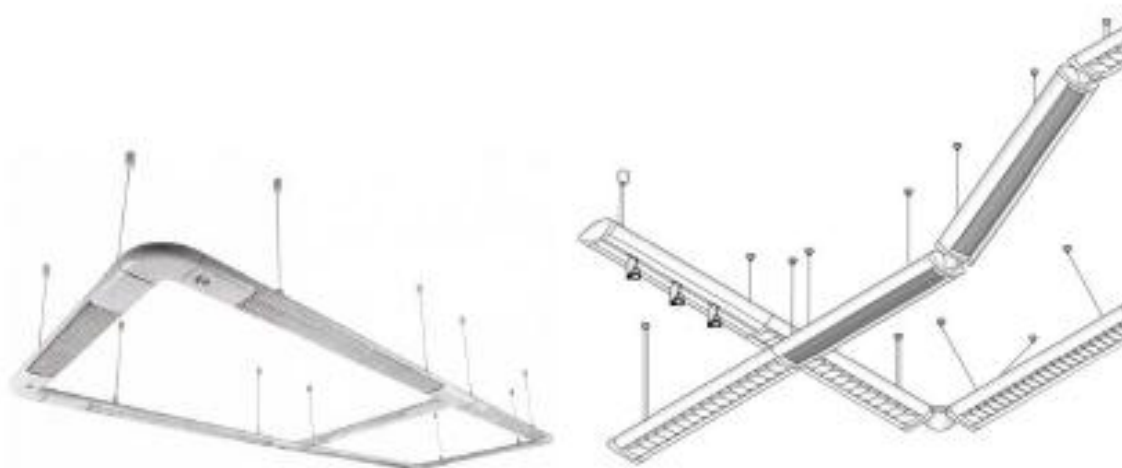


Рис.6. Модульные системы.

Следует учитывать, что конструкции токопроводных систем должны быть укомплектованы понижающим трансформатором, диммером и устройством дистанционного управления. Понижающий трансформатор применяется в низковольтных системах, подавляет мерцание лампочек, повышает комфортность освещения. Диммер регулирует интенсивность светового потока, плавно изменяет яркость любых источников света. Токопроводные системы - универсальны. С их помощью можно расставить необходимые акценты и выделить функциональные зоны. Они могут монтироваться в любом помещении, вне зависимости от высоты потолка, способны перекрещиваться в любых направлениях, изменять его по радиусу или под острым углом, устанавливаться горизонтально, наклонно или вертикально (но только если позволяют светильники). Низковольтные системы безопасны для человека.

3.4. Свет и цвет

В любом интерьере, при любом стиле очень важную роль играет освещение и подобранная правильным образом цветовая гамма.

Цвет – один из важнейших элементов интерьера. Все составляющие интерьера не могут быть одного цвета и тона. Из взаимодействия цветов рождается колорит. Колорит бывает теплый и холодный.

Цвета холодной гаммы называются удаляющими, т. к. помещение становится более просторным и холодным на вид.

Цвета теплой гаммы называются приближающими, т. к. помещение становится более камерным.

Учеными установлено, что цветовое сочетание в интерьере очень сильно влияет на самочувствие человека. Все цвета спектра это свет различной длины волны. Замечено, что короткие волны спектра (фиолетовый, голубой и зеленый цвета) успокаивают человека и способствуют полноценному отдыху, а длинные (красный, оранжевый, желтый) - возбуждают, тонизируют и повышают работоспособность.

Красный цвет – наиболее активный, создающий ощущение тепла и эффектного интерьера. В то же время помещение, решенное в красных тонах, будет выглядеть меньше и ниже. Этот цвет подходит для помещений, где происходит наиболее «активная» жизнь.

Синий цвет – цвет спокойствия и умиротворения. Применение светло-голубого цвета на потолках визуально сделает помещение выше и просторнее. Оттенки синего особенно хороши для небольших помещений.

Желтый цвет является очень насыщенным и интенсивным, поэтому в чистом виде практически не применяется. Для того, чтобы подчеркнуть или насытить цветовое решение, дополнительно используется цветная подсветка или отдельных элементов интерьера, или всего помещения.

Свет изменяет не только оттенок цвета, но и его яркость, насыщенность. Например, при естественном свете в ярко освещенной южной комнате, цвета кажутся более сочными, насыщенными. А вечером, когда свет менее интенсивный, цвета теряют свою яркость и кажутся темнее. Это явление изменение цвета под воздействием различного света, ученые называют метамеризмом.

При формировании освещения необходимо учитывать индекс цветопередачи лампы. **Цветопередача лампы** - способность ее спектра максимально правильно передавать цвета. Чем выше этот индекс, обозначаемый буквами Ra, тем естественней при таком освещении будут выглядеть цвета пространства. В идеале этот показатель должен составлять 90-100, хотя и 80-90 еще находится в пределах нормы. Человеческий глаз воспринимает свет разной температуры также по-разному. Теплый свет максимально близок свету утреннего или вечернего солнца и поэтому наиболее благоприятен для биоритма человека. Такой свет характеризуется цветовой температурой от 3000K-3400K. Лампы с такими характеристиками хорошо использовать для дома. Лампы холодного света с высокой цветовой температурой (выше 4500K) уместно использовать в рабочих помещениях, офисах, кабинетах. Они стимулируют деятельность человека. А лампы дневного света с температурой свыше 5000K редко и ограниченно.

В настоящее время разработаны специальные колористические таблицы, с помощью которых легко увидеть, как изменяется тот или иной цвет при теплом и холодном освещении. Так, при теплом светло-желтый становится теплее и мягче, интенсивные, «кислотные» оттенки размываются вплоть до нежных пастельных. При холодном освещении желтый свет становится бледным и сероватым, как подернутым туманом. Зеленый цвет при теплом освещении приобретает нежный салатовый оттенок, а холодный свет, за счет голубоватых оттенков, придает зеленому цвет морской волны и становится прозрачнее, слабее.

Изменение цвета поверхностей при их освещении лампами различных типов Таблица 5.

Цвет поверхности при солнечном свете	Цвет поверхности при освещении лампами					
	накаливание	ЛДЦ	ЛБ	ЛТБ	ЛХБ	ДРЛ
Красный	Красный с большой насыщенностью	Красный	Красный светлый	Красный яркий	Более красный с синим оттенком, темнеет	Оранжево-красный более насыщенный
Оранжевый	Оранжево-красный светлый	Оранжевый	Желтеет	Оранжевый, более яркий	Оранжевый, грубеет и темнеет	Желтый более насыщенный
Желтый	Желтый, более светлый, более чистый	Желтый	Желтый	Желтый, более светлый, менее чистый	Желтый, светлый, приобретает зеленоватый оттенок	Зеленовато-желтый
Желто-зеленый	Желтеет	Желто-зеленый	Желто-зеленый, более светлый	Желтеет	Желто-зеленый	Зеленовато-желтый светлый
Зеленый	Зелено-желтый	Зеленый	Зеленый	Зеленый с синеватым оттенком	Зеленый темный	Желто-зеленый
Голубовато-зеленый	Становится серым	Голубовато-зеленый	Голубовато-зеленый, темнеет	Желтеет и блекнет	Сине-зеленый	
Голубой	Синеет	Голубой	Синеет	Темнеет, синеватый оттенок	Серо-голубой	Серо-синий
Синий	Синий с красноватым оттенком	Синий	Синий с пурпурным оттенком	Синий, светлый с синеватым оттенком	Слегка красноватый оттенок	Серовато-фиолетовый, более насыщенный
Фиолетовый	Краснеет	Фиолетовый	Розовеет	Фиолетовый с розовым оттенком	Серый	Фиолетовый
Серый	Серый с желто-оранжевым оттенком	Серый	Серый	Слегка краснеет	Серый	Розовеет

- ЛДЦ – лампа дневного света (цвета);
- ЛБ – люминесцентная лампа (или КЛЛ);
- ЛТБ – лампа теплого белого света;
- ЛХБ – лампа холодного белого света;
- ДРЛ – дуговая ртутно-люминесцентная лампа.

Для того, чтобы пространство было освещено максимально эффективно, рекомендуется воспользоваться следующими расчетными нормами на 1 мІ:

- при использовании ламп накаливания - 25 Вт/мІ;
- при использовании галогенных ламп – 23 Вт/мІ;
- при использовании люминесцентных ламп света – 6,5 Вт/мІ.

Это средние значения норм освещенности, которые автоматически повышаются в два-три раза, если перед вами стоит необходимость осветить рабочее место. Также следует учитывать цветовую гамму освещаемых поверхностей. Для светлой цветовой гаммы коэффициент отражения

света выше, чем для темной или зелено-голубой. Поэтому для освещения интерьера в светлых и теплых тонах можно брать заниженные нормы освещенности, в то время как для темной и холодной цветовой гаммы нормы стоит строго соблюдать.

3.5. Оптические иллюзии

Правильно установленное освещение способно не только корректировать геометрию помещения, но и маскировать то, что нужно оставить в тени, а также создавать необходимые акценты в интерьере. Комбинируя различные типы освещения, можно добиться значительных визуальных эффектов в интерьере (см. таб. 6). Например:

1. Визуальную устойчивость придаст интерьеру светлый верхний слой в контрасте с темными нижними частями помещения или наоборот;
2. Зрительно уменьшают комнату, но увеличивают высоту пространства светлый потолок и темные стены;
3. Расширяют пространство и занижают его высоту темный потолок и светлые стены;
4. Светлая окраска стен во всем помещении, добавляя объем, также с помощью различных оттенков устраняет различные изъяны, которые становятся неброскими и не привлекают общего внимания; при светлой окраске стен помещение кажется шире и выше;
5. Темные стены визуально сужают все пространство;
6. Монотонность отделки устраняется при помощи добавления других подходящих цветов.
7. Зрительно сделать пространство менее вытянутым, поможет яркое освещение дальней стены. Если остальные стены при этом равномерно освещены, то стена придвинется к наблюдателю, что и даст иллюзию квадратного помещения.
8. Слишком сжатое, короткое помещение можно вытянуть с помощью продольного освещения одной из стен комнаты.
9. Визуально «расширит» пространство продольное и яркое освещение по периметру всего помещения. Такое решение позволит вам значительно раздвинуть стены узкого и длинного коридора.
10. Равномерная подсветка потолка отраженным светом создаст ощущение высоты и парения. Оно будет полнее, если светильники, расположенные по периметру верхней части комнаты, спрятать за фальшпанелью. Но направлять какой бы то ни было свет можно лишь на потолок с идеально гладкой поверхностью.
11. С помощью использования легких блестящих текстур и изменения угла падения света, можно создавать иллюзию наклона потолка.
12. Если необходимо уменьшить высоту потолка, придать комнате камерность, то светильники необходимо направить на стены.

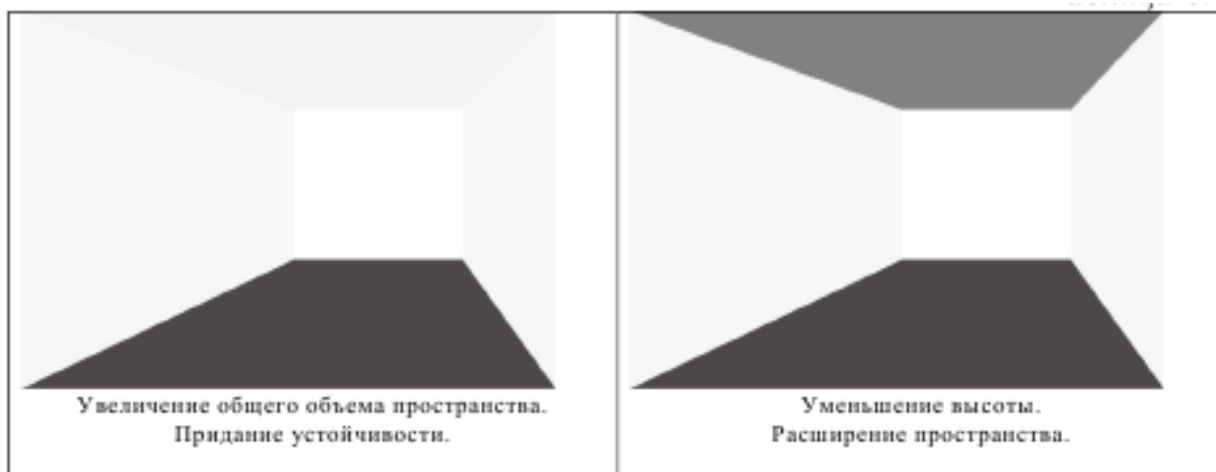
13. С помощью направленного пуска света можно подчеркнуть деталь обстановки, а плоскости стен равномерно и монотонно осветить. Отражаясь от их поверхности, свет сгладит границы комнаты и придаст комнате невесомость.

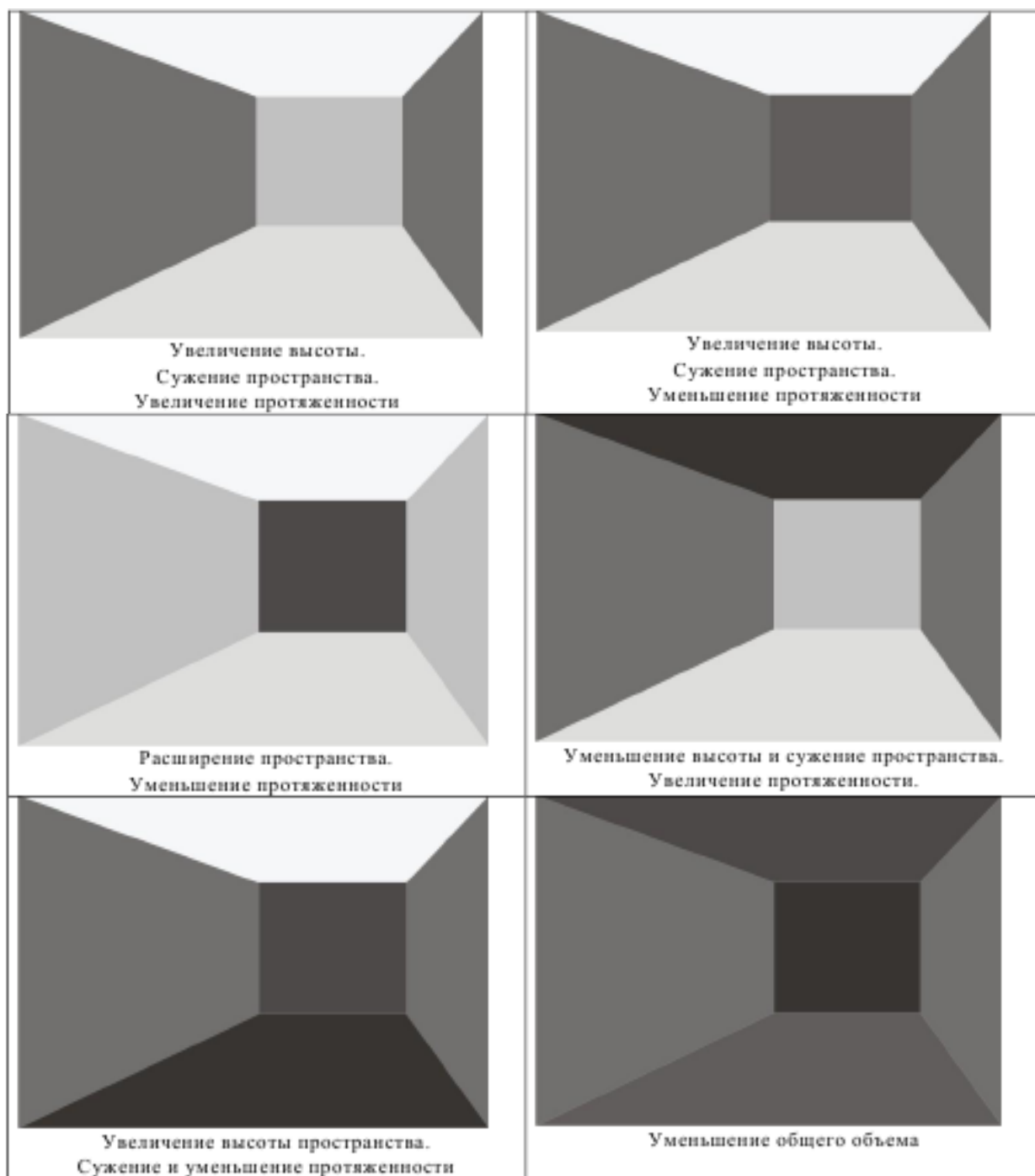
14. Направленный свет ярче и резче очертит контуры предметов, выделит их из всего интерьера.

Освещение – это неотъемлемая часть идеального интерьера. Восприятие форм предметов зависит от яркости отдельных его поверхностей и от распределения образующихся на нем теней. Свет может "управлять" формой объектов, увеличивать или уменьшать их выразительность. Главное при этом - правильно выбрать направление

падающего светового потока. Если объемный предмет равномерно осветить со всех сторон, он может казаться плоским, поскольку при рассеянном освещении объемность теряется. Самый лучший результат дает сочетание рассеянного или отраженного освещения с прямым направленным светом. При работе с объектом, имеющим глубокий, ярко выраженный рельеф, важнее роль мягкого рассеянного или отраженного света. Применяя светильники направленного света, необходимо избегать образования нежелательных теней, способных изменить форму и освещаемого, и близлежащего объекта, а также интерьера в целом. Если поверхность освещена неравномерно, то ее отдельные участки воспринимаются как лежащие на разных уровнях.

Визуальные эффекты в интерьере Таблица 6.





АРХИТЕКТУРНАЯ СВЕТОЛОГИЯ

План

1. Светоцветовая среда – основа восприятия архитектуры.
- 1.1. Свет, зрение и архитектура.
- 1.2. Основные величины, единицы и законы.

1. СВЕТОЦВЕТОВАЯ СРЕДА – ОСНОВА ВОСПРИЯТИЯ АРХИТЕКТУРЫ

1.1. СВЕТ, ЗРЕНИЕ И АРХИТЕКТУРА

Свет — излучение оптической области спектра, которое вызывает биологические, главным образом, зрительные реакции.

Цвет — особенность зрительного восприятия, позволяющая наблюдателю распознавать цветовые стимулы (излучения), различающиеся по спектральному составу.

Световая среда — совокупность ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных излучений, генерируемых источниками естественного и искусственного света; это важнейшая составляющая жизненной среды живых организмов и растений, определяемая световыми потоками источников света, трансформируемыми в результате взаимодействия с окружающей предметной средой, которая воспринимается по распределению света и цвета в пространстве.

Глаз человека хорошо приспособился к солнцу как к источнику света. Хрусталик глаза пропускает к сетчатке только лучи солнца, безвредные для организма. Сетчатка обладает большой чувствительностью; однако при дневном интенсивном освещении эта чувствительность резко снижается, а при ночном — возрастает.

Рассматривание цветных поверхностей при изменении уровня яркости в пределах, соответствующих области дневного зрения, сопровождается изменением цветового ощущения, которое особенно заметно при солнечном освещении поверхностей (фасадов, деталей). Это явление архитектуры определяют словами "солнечный свет съедает цвет".

Зрение — чрезвычайно сложный процесс. Химические и электрические явления в сетчатке глаза, передача нервных импульсов по зрительному нерву, деятельность клеток в зрительных зонах мозга — все это составные части процесса, называемого зрением.

Процесс зрения не завершается изображением на сетчатке, а начинается с него. Глаз превращает падающий на него свет в сигналы, преобразует эти сигналы и посылает их в мозг. Как возникают сигналы, когда свет попадает на сетчатку? Как мозг преобразует эти сигналы в зрительные образы? Искрывающих ответов на эти вопросы наука не дает. Однако многое о работе сетчатки глаза уже известно и может быть использовано при решении разнообразных задач световой архитектуры.

Глаз способен оценивать общее количество доходящего до него света и распределение его по различным направлениям. Иными словами, глаз представляет собой не только орган световосприятия, но и оптический анализатор окружающего мира. Благодаря зрению все видимое человеком пространство разбивается на отдельные конусы, вершины которых находятся в глазу наблюдателя. Свет, поступающий на каждую группу светочувствительных элементов в определенных направлениях, позволяет оценивать средние значения яркости в пределах каждого из этих пространственных углов. Чем больше число независимых светочувствительных элементов на сетчатке глаза и чем меньше поле зрения, в пределах которого происходит усреднение яркости по направлениям, тем ниже порог световосприятия, т.е. тем меньше размеры предельно различимых деталей.

Видимость предметов окружающего мира основана на получении оптического изображения на светочувствительном слое сетчатки глаза. Каждый участок светочувствительного слоя состоит из элементов, по-разному воспринимающих световую энергию различных полос спектра; это определяет различия в цвете. Отсюда следует, что предмет, рассматриваемый на определенном фоне, может выявляться не только благодаря своей яркости, но и вследствие цветового контраста.

Человеческому глазу присущи дефекты и ограничения, свойственные всякой оптической системе. Однако широкие пределы чувствительности глаза, его способность приспосабливаться к различным условиям распределения яркости в поле зрения позволяют оценивать глаз как наиболее совершенный орган чувств.

Глаз — не только оптический прибор, позволяющий видеть предметы, но и анализатор, дающий возможность получать впечатления, возбуждающие мысли и эмоции, на основании которых рождаются суждения и оценки. Как оптический прибор глаз человека обладает рядом особенностей. Нормальное поле зрения, которое человек видит двумя глазами, приведено на рис. 9. Зона бинокулярного видения в вертикальной плоскости приблизительно равна 120° , в горизонтальной — 180° , зона монокулярного видения по горизонтали составляет 40° (справа и слева).

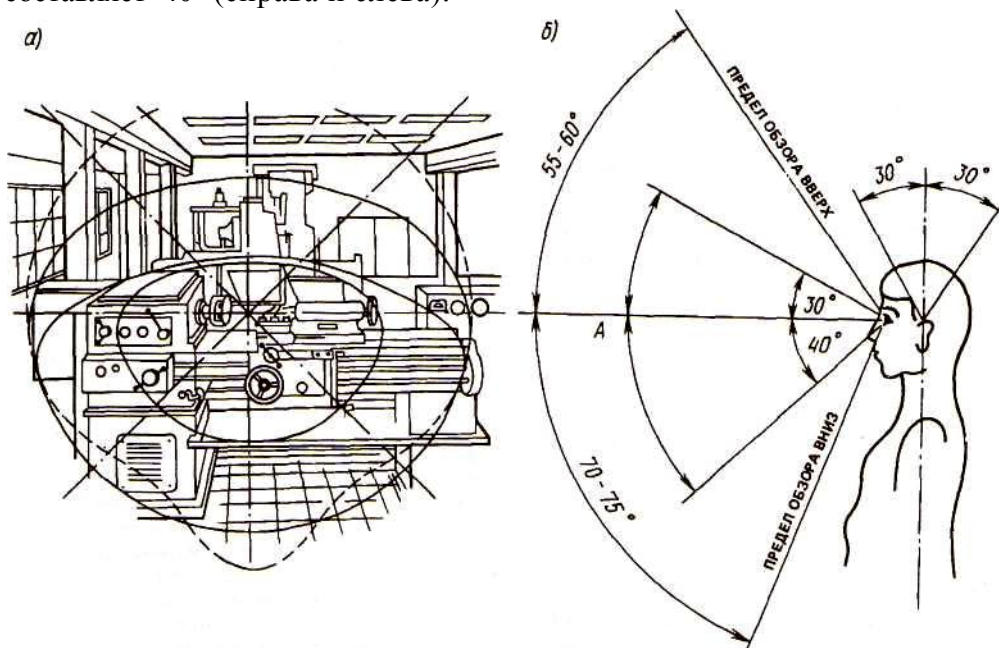


Рис. 9. Поле зрения человека при бинокулярном видении (а) и углы зрения в вертикальной плоскости (б)

В общем случае различимость объекта (или детали) зависит от шести факторов: контраста между объектом и фоном, его яркости, углового размера, спектра освещения, прозрачности воздуха и продолжительности наблюдения. Первые три фактора имеют решающее значение. Совокупность всех факторов создает световую среду, оптимальное воздействие которой может быть достигнуто при определенных количественных соотношениях этих шести параметров. Если изменять каждый из этих параметров при условии постоянства других, то можно установить, что каждый из них имеет свой абсолютный порог, ниже которого предмет становится невидимым, как бы ни были благоприятны прочие условия наблюдения.

В связи с этим перед дизайнером встают следующие практические задачи: обеспечить хорошую различимость архитектурных ансамблей; обеспечить различимость отдельных объектов, их объемного и цветового решения при наблюдении со средних и близких дистанций; сохранить художественный образ интерьера при переходе от проекта к натуре.

1.2. ОСНОВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦЫ И ЗАКОНЫ

Оптическая часть электромагнитного спектра лучистой энергии включает в себя области ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучения.

Ультрафиолетовым является излучение, длины волн монохроматических составляющих которого меньше длин волн видимого излучения и больше 1 нм .

По данным Международной комиссии по освещению (МКО), различают следующие области ультрафиолетового излучения: УФ-А с длинами волн $315\text{--}400\text{ нм}$; УФ-В с длинами волн $280\text{--}315\text{ нм}$; УФ-С с длинами волн $100\text{--}280\text{ нм}$.

Видимое излучение (свет) непосредственно вызывает зрительные ощущения. Нижняя граница спектральной области видимого излучения лежит между 380 и 400 нм, верхняя — между 760 и 780 нм.

Инфракрасным называют излучение, длины волн монохроматических составляющих которого больше длин волн видимого излучения и меньше 1 мм. По данным МКО, различают следующие области инфракрасного излучения: ИК-А с длинами волн 780-1400 нм; ИК-В с длинами волн 1,4-3 мкм; ИК-С с длинами волн 3 мкм-1 мм.

Различают монохроматическое и сложное видимое излучение. Монохроматическое излучение характеризуется очень узкой областью частоты (или длин волн), которая может быть определена одним значением частоты (или длины волны). Сложное излучение характеризуется совокупностью монохроматических излучений разных частот. Пример сложного излучения — дневной свет.

Под спектром излучения понимают распределение в пространстве сложного излучения в результате его разложения на монохроматические составляющие.

Действуя на глаз, излучения, имеющие разную длину волны, вызывают ощущение того или иного цвета. Приближенные границы цветных полос видимого излучения приводятся в табл. 13.

Таблица 13

Границы участков спектра

Цвет	Длина волны, нм	Цвет	Длина волны, нм
Фиолетовый	450-380	Желтый	575-585
Синий	485-450	Оранжевый	585-620
Голубой	510-485	Красный	620-760
Зеленый	510-575		

Сила света, исходящего от точечного источника и распространяющегося внутри телесного угла, содержащего заданное направление, вычисляется по формуле:

$$I = \Phi / \Omega, \quad (5)$$

где Φ — световой поток, лм;

Ω — пространственный угол, ср.

Кандела — это сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении $1/60000 \text{ м}^2$ поверхности черного тела.

Телесный угол определяется по формуле:

$$\Omega = S / r^2, \quad (6)$$

где S — площадь, которую телесный угол вырезает на поверхности сферы, описанной из его вершины;

r — радиус этой сферы.

При оценке качества световой среды решающее значение имеет яркость свечения источника света и освещаемых им поверхностей.

Яркость — световая величина, которая непосредственно воспринимается глазом; она представляет собой поверхностную плотность силы света в заданном направлении, которая определяется отношением силы света к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную тому же направлению.

Единица яркости — кандела на квадратный метр ($\text{кн}/\text{м}^2$).

В общем случае яркость светящей поверхности различна в разных направлениях, поэтому яркость, подобно силе света, характеризуется значением и направлением.

Поверхности, обладающие одинаковой яркостью по всем направлениям, называются равнояркими излучателями. К ним относятся, например, оштукатуренные и матовоокрашенные поверхности потолка и стен, осветительные приборы в виде шара из молочного стекла и др.

Освещенность поверхности представляет собой плотность светового потока, т.е. отношение светового потока Φ , падающего на элемент поверхности, содержащей данную точку, к площади этого элемента A :

$$E = \Phi / A, \quad (7)$$

Единица освещенности — люкс (лк); 1 лк равен освещенности, создаваемой световым потоком в 1 лм, равномерно распределенным на поверхности площадью 1 м^2 .

Освещенность, создаваемая точечным излучателем (рис. 10) с заданным распределением силы света, определяется по формуле:

$$E_M = I \cos \alpha / d^2, \quad (8)$$

где I — сила света;

d — расстояние от источника света до точки M в которой определяется освещенность.

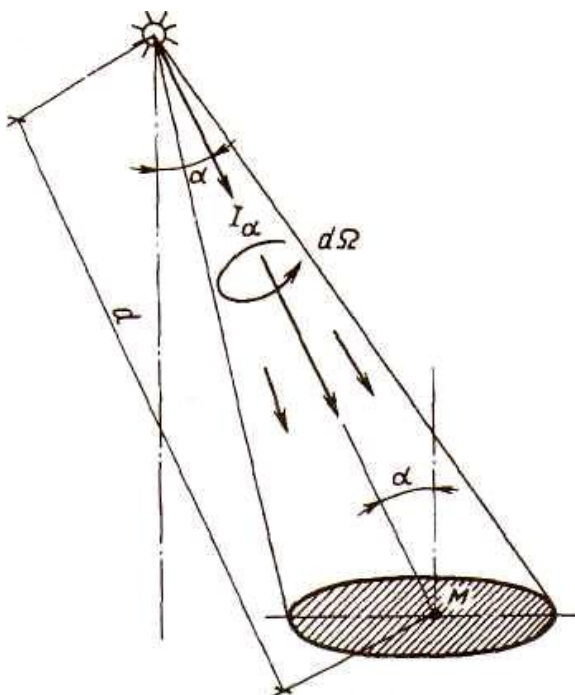


Рис. 10. Схема к определению освещенности от точечного источника света (ТИС)

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ИНТЕРЬЕРОВ

План

- 2.2.1. Системы естественного освещения помещений.
- 2.2.2. Световой климат.
- 2.2.3. Количественные и качественные характеристики освещения.
- 2.2.4. Нормирование естественного освещения помещений.
- 2.2.5. Расчет естественного освещения помещений.
- 2.2.6. Оптическая теория естественного светового поля.

2.1. СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Еще 160 лет тому назад прусское законодательство требовало, чтобы из окон нижнего этажа был виден небосвод (рис. 3). По действующим сейчас правилам все помещения, предназначенные для длительного пребывания людей, должны иметь естественное освещение. Естественное освещение помещений подвержено количественным и качественным изменениям, зависящим от облачности неба, географического расположения, ориентации по странам света и времени суток.

Размеры окон. По исследованиям В. Клеффнера, увеличение размеров окон свыше $1/10$ — $1/8$ площади пола помещения не дает соответствующего повышения средней освещенности горизонтальной поверхности в помещении. При увеличении размера окон с $1/6$ до $1/3$ площади пола повышение освещенности составляет не 100, а всего 59%. Экономичность применения окон общей площадью свыше $1/8$ площади пола должна быть тщательно проверена в каждом отдельном случае.

Равномерность освещения при северной ориентации помещений достигается при высоко поднятых окнах с перемычками небольшой высоты, при светлых стенах и потолках, большой площади окон, небольшой глубине помещения, а также применением занавесей. Однако занавеси значительно снижают коэффициент использования окон и ими следует пользоваться лишь при слишком ярком освещении (солнечный свет). Целесообразно применять занавеси только в нижней части оконного переплета, что смягчает яркость освещения вблизи окна (рис. 6).

Средняя освещенность горизонтальных поверхностей в помещении. Точка, освещенность которой равна среднему значению, расположена в передней трети или ближе к середине помещения (в зависимости от равномерности освещения), т.е. там, где обычно размещают рабочие места. Освещенность определяют для рабочей поверхности на высоте 1 м от пола (рис. 5).

По исследованиям В. Клеффнера, особенно заметное значение для средней освещенности горизонтальной поверхности в глубине помещения имеет отраженное освещение. Наибольшее отражение дают: боковые стены, потолок, задняя стена, пол и, в последнюю очередь, фасадная стена.

Даже при окнах, из которых открывается совершенно свободный обзор (угол затенения смежной застройкой равен 0°), доля освещенности прямым светом имеет основное значение лишь в непосредственной близости от окон; уровень освещенности помещений определяется отраженным светом (зависит от коэффициента отражения ограждающих поверхностей) (рис. 5).

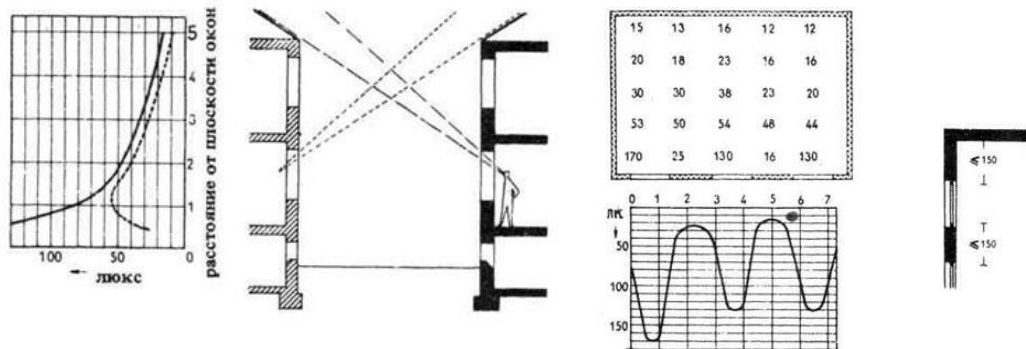
Доля освещенности отраженным светом какой-либо точки помещения, куда не достигает прямой свет, выражается формулой $E_{отр} = E_{прям} \cdot 1/(1 - \rho_m)$.

Кривая $E_{отр}$ резко снижается при черных стенах, имеет более пологое очертание при окраске стен в светлые тона и почти не снижается при белых стенах.

Этим обусловлены санитарно-гигиенические требования, сформулированные ещё в 1949 г.:

- а) расстояние от боковой стены до края остекления окна, а также ширина простенков не должны превышать 150 см. (рис. 4);

б) среднее значение коэффициента отражения должно составлять 30%.
Ощущение комфорта и приятное впечатление от окраски помещения в решающей степени зависят от психологического» коэффициента $1/(1 - \rho_m)$.

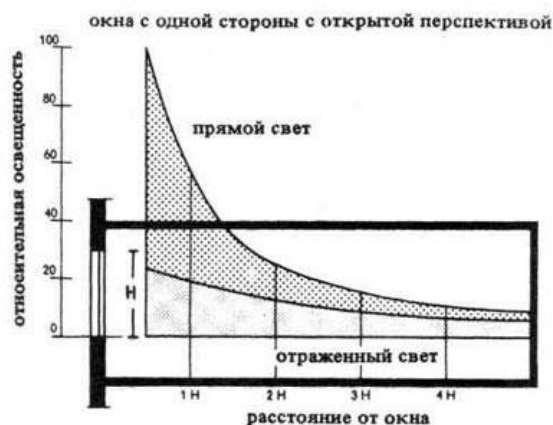


1. Кривые средней освещённости горизонтальной плоскости.

3. Из окон нижнего этажа должно быть видно небо.

2. Широкие оконные простенки резко повышают неравномерность освещения помещений.

4. Расстояние от края остекления окон до боковой стены и между смежными окнами одного помещения не должно превышать 150 см.



5. Удельный вес прямого и отражённого света и освещённости помещения.

100	6,5	19	7,0	2,5	1,3	0,8	0,7
205	110	60	17	6,5	4,0	2,0	1,5
230	120	55	35	11	6,0	4,0	3,5
190	7,0	21	16	10	7,5	3,0	2,5

Пример I: без гардин
средняя освещенность
горизонтальной плоскости
 $E_{\text{ср}} = 39 \text{ лк}$
коэффициент использования
 $\eta = 48\%$
равномерность $E_{\text{мин}} : E_{\text{макс}}$
 $= 1 : 195$

50	5,0	14	3,0	2,0	2,0	1,5	0,8
150	90	71	21	9,5	5,5	2,0	1,5
105	96	61	21	10	6	3	2,5
50	6,5	17	16	11	6	4,5	3

Пример II: с гардинами
средняя освещенность
горизонтальной плоскости
 $E_{\text{ср}} = 27 \text{ лк}$
коэффициент использования
 $\eta = 33\%$
равномерность $E_{\text{мин}} : E_{\text{макс}}$
 $= 1 : 115$

6. Занавеси в нижней части окна повышают равномерность освещения без значительного снижения степени его эффективности.

Степень освещённости и коэффициенты отражения внутренних ограждающих поверхностей помещений.

Общее впечатление от помещения	Среднее значение коэффициента отражения ограждающих поверхностей	1
		$1 - qt$
1	2	3
Очень светло	0,6	2,5
Светло	0,6 – 0,5	2,5 - 2
Средняя освещённость	0,5 – 0,35	2 – 1,55
Темно	0,35 – 0,15	1,55 – 1,18
Очень темно	0,15	1,18

При выборе цветового решения интерьера необходимо учитывать условия его освещения дневным светом за исключением тех случаев, когда помещение эксплуатируется только при искусственном освещении.

Повышение освещенности помещений, в которые плохо проникает прямой солнечный свет, может быть достигнуто путём применения стеклянных призм (люксфер), преломляющих световые лучи и направляющих их в глубину помещения (рис. 5).

Затенение. По действующим правилам путем светлой окраски помещения следует снизить его затенение настолько, чтобы освещенность любой точки помещения в тени составляла $\geq 20\%$ освещенности в незатененных местах.

Смещение окон. Коэффициент использования и равномерность освещения повышаются при некотором смещении окна с оси фасадной стены, однако не вплотную к боковой стене, что может привести к противоположному результату.

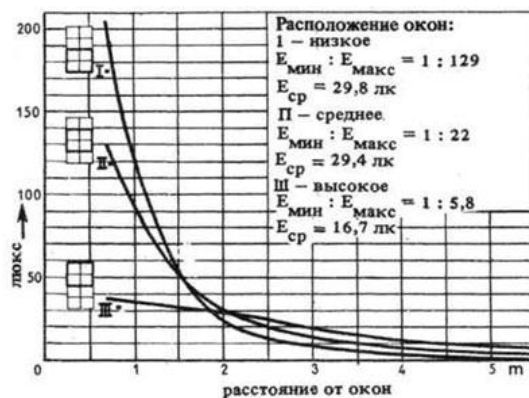
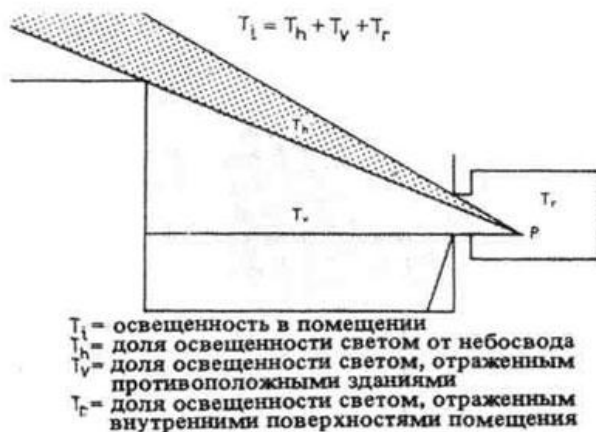
Широкие простенки снижают равномерность освещения. Поэтому в больших рабочих помещениях ширина простенков должна составлять $\leq \frac{1}{4}$ ширины окна.

Размещение окон по высоте. Чем выше расположено окно и чем меньше коэффициент использования, тем равномернее освещение и тем дальше от наружной стены размещаются точки, соответствующие средней горизонтальной освещенности помещения (рис. 3). При этом глубина помещения может быть более эффективно использована, чем при низко расположенных окнах, поскольку даже в самых дальних частях помещения лучи света падают под достаточно большим углом (рис. 4). Наиболее благоприятным является свет, падающий под углом $\geq 20^\circ$ к рабочей плоскости. При свете, падающем под меньшим углом, образуются мешающие работе длинные падающие тени. Высоту оконной перемычки следует принимать ≤ 30 см. Рекомендуется избегать занавесей, жалюзи и других приспособлений, закрывающих верхнюю часть окон.

Освещенность. Правилами светотехнического общества ФРГ установлены следующие значения освещенности.

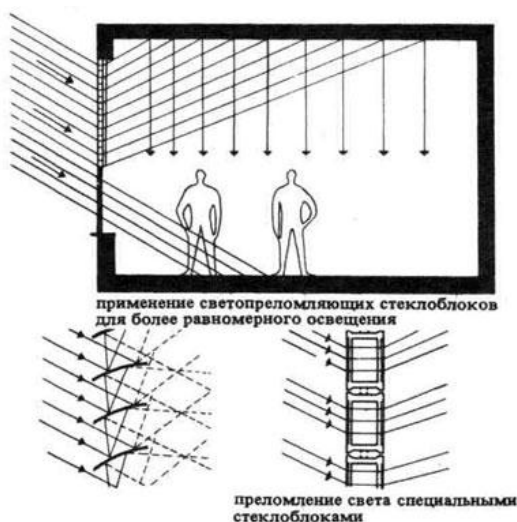
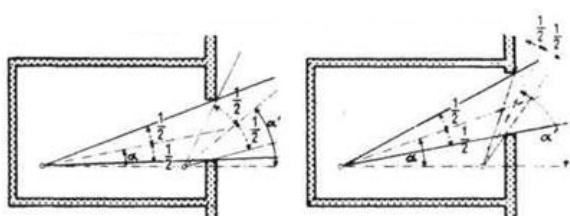
Вид работы	Освещённость, лк	Коэффициент естественного освещения, %
Грубая	40	1,33
Средней точности	80	2,66
Точная	150	5
Очень точная	300	10

Эти значения относятся к рабочим местам. Если размещение последних еще не определено, то эти значения относятся к горизонтальной освещенности на высоте 1 м от пола; при верхнем свете освещенность рассчитывается для средних участков помещения, при боковом освещении — для точки, расположенной на перпендикуляре к оси фасадной стены, на расстоянии 2 м. Указанные значения должны быть обеспечены при горизонтальной освещенности на открытом воздухе в 3000 лк.



1. Составляющие освещённости T_i в точке P на горизонтальной рабочей поверхности в помещении с односторонним расположением окон.

2. Чем выше размещены окна, тем светлее в глубине помещения и тем выше равномерность освещения.



3. Свет падает под слишком малым углом. Наиболее освещённая точка расположена в глубине помещения.
 4. Свет падает под большим углом. Лучшая освещённость на рабочей плоскости (на высоте 1 м).

5. Рассеяние света жалюзиными занавесками.

Основы расчета естественного освещения помещений с помощью коэффициента использования по методу д-ра Фрюлиига (рис. 1-7). Расчет по коэффициенту использования дает только приближенное определение средней освещенности горизонтальной плоскости в помещении. Он дает только приблизительные

данные о порядке величин освещенности в помещении. Однако в ряде случаев необходимо знать освещенность в определенной точке помещения. Для определения этих значений пользуются другими методами расчета, в первую очередь методами, разработанными Бюнингом и Арндтом.

Горизонтальная освещенность на открытом воздухе E_a . Яркость естественного освещения может меняться на 100 — 200% в течение 1 мин даже при сплошной облачности; при ярком солнце и бегущих облаках она меняется больше чем на 100% в течение 1 с. Поэтому при расчете естественного освещения внутренних помещений приходится иметь дело с относительными значениями, которые определяются по сравнению с освещенностью на открытом воздухе. Для упрощения за основу расчетов принимается освещенность от небесного свода равномерной яркости (рис. 1).

Значение горизонтальной освещенности на открытом воздухе колеблется на протяжении дня и года от 0 до 100 000 лк, чаще до 70 000 лк (рис. 5). Из 8760 ч в году в течение 5000 ч светло; из них около 1000 ч с освещенностью от 0 до 3000 лк почти не имеют значения для освещения помещений (рис. 6). Поэтому при определении размера окон, необходимого для обеспечения достаточной освещенности каждого рабочего места в помещении, при минимальном значении освещенности на открытом воздухе (в 9 ч 15 мин в декабре, см. рис. 5) в 3000 лк следует принимать в расчет значение $E_{нар} = 3000$ лк. Международная комиссия по освещению предлагает принять за основу расчета освещенности $E_{нар} = 5000$ лк (в декабре в 9 ч 45 мин).

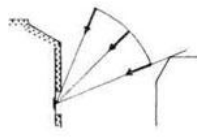
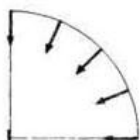
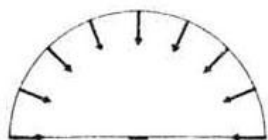
Вертикальная освещенность на открытом воздухе (E_v). Для окон со свободным обзором, расположенных в плоскости наружных стен здания, освещенность равна освещенности вертикальной поверхности на открытом воздухе и составляет 1/2 или 50% $E_{нар}$ (рис. 7). Если здания, расположенные на противоположной стороне улицы, отнимают часть света, то освещенность окна соответственно снижается. Освещенность наружной поверхности окон для разных условий взаимного расположения зданий легко определить по графику (рис. 7).

Коэффициент использования освещенности в помещении (η). Только часть проникающего через окна светового потока падает на рабочую плоскость (горизонтальная плоскость на высоте 1 м от пола), остальная часть приходится на другие поверхности помещений, которые лишь частично отражают световой поток на рабочую плоскость. По многочисленным измерениям в школах, магазинах и фабриках коэффициент использования при вертикальных окнах составляет 30 — 50%. Поэтому можно принимать среднее значение 40%, что примерно соответствует коэффициенту использования при искусственном освещении помещения.

Средняя горизонтальная освещенность в помещении (рис. 4) определяется по формуле:

$$E_v = E_{ок} \eta \frac{F_{ок}}{F_{пом}}$$

Если принять горизонтальную освещенность на открытом воздухе $E_{нар} = 3000$ лк, освещенность наружной поверхности окна $E_{ок} = 30\%$, коэффициент использования $\eta = 40\%$, площадь окон $F_{ок} = 1/8 F_{пом}$ (площади пола), то $E_v = 3000 \times 0,3 \times 0,4 \times 1/8 = 45$ лк. Такая освещенность достаточна для рабочего места при грубой работе. В помещении для чертежных работ, где требуется освещенность в 150 лк, нужно было бы площадь окон $F_{ок}$ увеличить до $F_{ок}/F_{пом} = E_v/\eta E_{ок} = 150/(0,4 \cdot 900) = 0,47$ от площади пола.



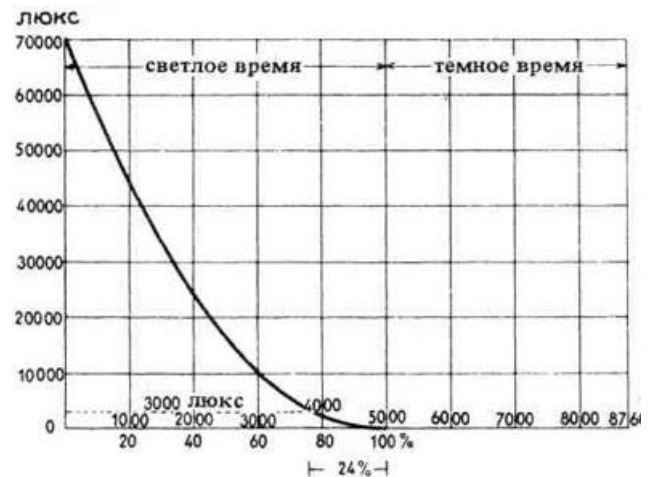
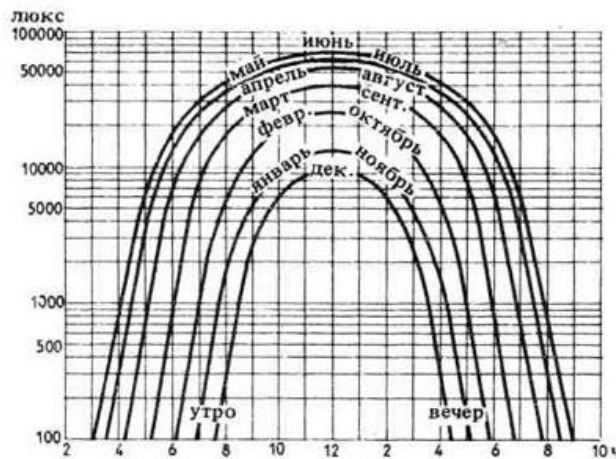
$$\begin{aligned} E_f &= E_a \times f \\ E_b &= E_f \times \eta \times \left(\frac{E_f}{E_b} \right) \\ &= E_a \times f \times \eta \times \left(\frac{E_f}{E_b} \right) \end{aligned}$$

1. Освещенность горизонтальной поверхности на открытом воздухе при равномерной яркости небосвода $E_{нар}$.

2. Освещенность вертикальной поверхности на открытом воздухе половиной небесного свода составляет $\frac{1}{2} E_{нар}$

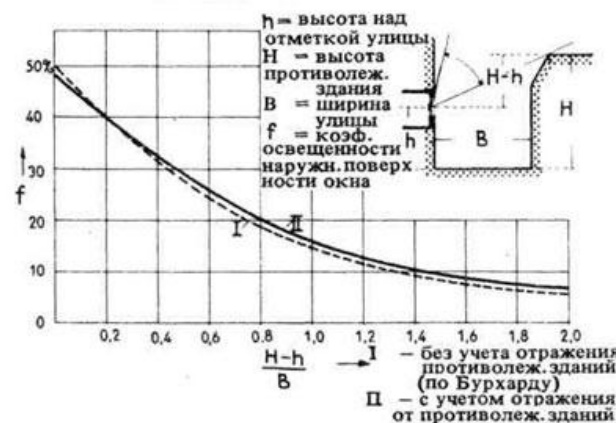
3. Освещенность наружной поверхности окна.

4. Освещенность горизонтальной поверхности в помещении.



5. График суточного изменения средней освещенности горизонтальной поверхности на открытом воздухе (по среднемесячным данным метеорологической лаборатории в Потсдаме).

6. График годового распределения освещенности по числу часов и интенсивности (важно для назначения величины $E_{нар}$).



7. График для определения значения освещенности наружной поверхности окон для зданий на улицах.

Смежные здания в большей степени влияют на освещенность окон, выходящих во двор, чем выходящих на улицу. Кроме отношения величины разрыва между противостоящими зданиями к высоте (от середины окна до верха крыши), равного B/H , должно быть учтено отношение длины двора L к высоте H (если L или H имеют несколько значений, то учитывают их средние величины). На графике (рис. 1) даны значения освещенности наружных поверхностей окон, размещенных очень неблагоприятно — в углу двора. Если окно расположено в средней части двора, то двор условно делят вертикальной плоскостью, проходящей по оси окна, на две части, для каждой из которых определяют значения освещенности окна. Сумма этих величин даёт искомую освещенность окна. Таблица учитывает только прямое освещение от небесного свода; отражение света от стен и затенения окон смежными зданиями в ней не учтены, так как они, как правило, взаимно компенсируются (чем

круче угол падения лучей света, вызывающих затенение окон тенью от перемычки, тем сильнее отражение света от стен противостоящих зданий).

Оконные откосы. При очень глубоких оконных откосах значения освещенности поверхности окна, полученные из графика (рис. 1) и графика (рис. 7) в статье «Пандусы. Крутые откосы», необходимо уменьшить, пользуясь графиком (рис. 2). По графику (рис. 2) легко определяется коэффициент снижения освещенности, зависящий от глубины откоса; найденное ранее значение освещенности наружной поверхности окна следует умножить на этот коэффициент.

Отражение. При очень светлых стенах зданий, расположенных против окна или окружающих двор (например, из глазурованного кирпича), значение освещенности отраженными лучами очень велико; оно часто превосходит (особенно в нижних этажах) освещенность прямыми лучами света; для некоторых окон стена, отражающая свет, является единственным источником света. Величину такого светового потока для рассматриваемого окна можно легко рассчитать, приняв некоторые упрощения. В основу расчета берется значение общей средней освещенности отражающей стены, ее средняя отражающая способность и среднее расстояние до рассматриваемого окна. Поскольку стена освещена не только небосводом, но и светом, отраженным от стен соседних и противостоящих зданий, значение которого трудно учесть, то наиболее быстрым методом определения величины светового потока является замер на модели. Измерения д-ра Фрюлинга показали, что фактическая освещенность окон во дворе, окруженном пятиэтажными домами, облицованными глазурованным кирпичом (с отражающей способностью 70%), на 10—100% больше, чем определенная расчетом без учета отражения. Наибольшие отклонения получены для окон первого этажа, для которых освещение от небесного свода ничтожно по сравнению со светом, отраженным от светлого покрытия двора (рис. 4).

Ориентация. Значение освещенности наружной поверхности окон, помимо высоты стояния солнца, зависит также от ориентации окон (рис. 3). Наибольшей равномерностью характеризуется освещенность окон, обращенных на север (ориентация, принятая для ателье художников).

Пример. Требуется определить среднюю горизонтальную освещенность в помещении площадью 30 м²; свет падает через окно размером 1,5 х 2 м, с откосами глубиной 50 см; здание длиной 20 м, шириной 6 м, высотой 10 м облицовано глазурованным кирпичом и расположено во дворе со светлым покрытием; вертикальная ось окна удалена от угла двора на 7 м, горизонтальная ось проходит на высоте 2 м от отметки двора (рис. 4).

$V/(H - h) = 6/8 \approx 0,8$; $L1/(H - h) = 7/8 \approx 0,9$; по графику (рис. 1) освещенность наружной поверхности окна составляет 4%.

$L2/(H - h) = 1/8 = 1,6$; по графику (рис. 1) освещенность окна составляет 5%; суммарное значение—9%.

Коэффициент снижения: $h/t = 2/0,5 = 4$; $b/t = 1,5/0,5 = 3$; по графику (рис. 2) находим коэффициент снижения, равный 0,78.

Доля отраженного освещения определена в соответствии с местными условиями в 80%.

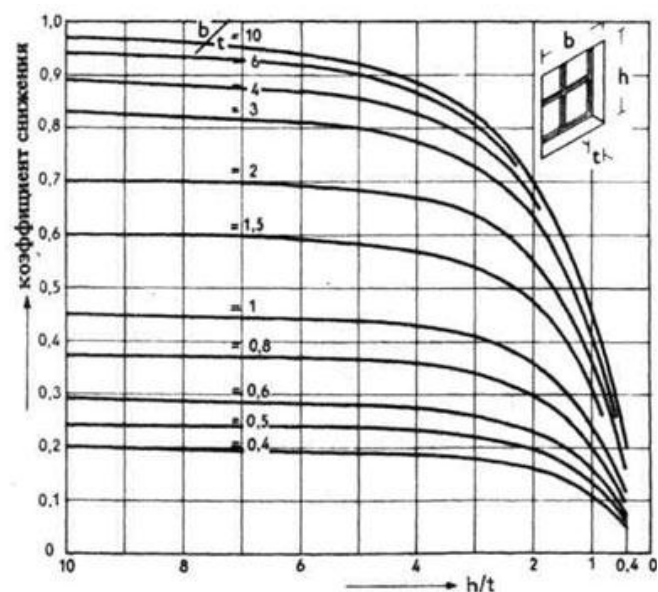
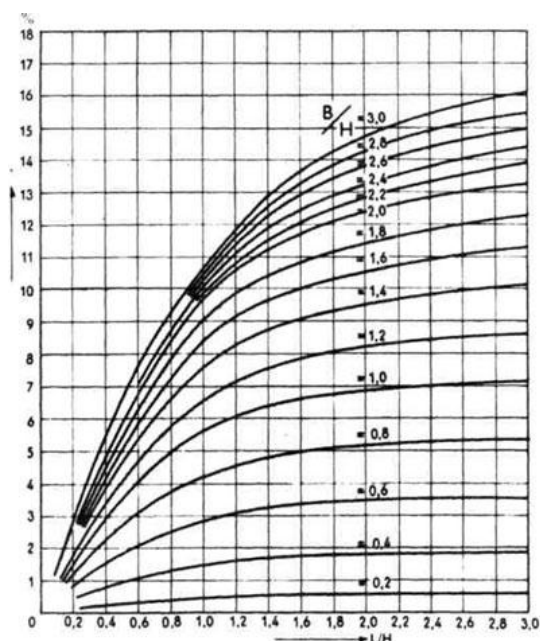
Окончательная величина освещенности наружной поверхности окна $9\% \cdot 0,78 \cdot 1,8 = 12,5\%$, при $E = 3000$ лк получаем 378 лк. Средняя горизонтальная освещенность:

$E_v = E_{ок} \eta \cdot F_{ок} / F_{пом} = 378 \cdot 0,4 \cdot 3,0 / 30 = 15,1$ лк.

Для обеспечения достаточной для работы освещенности в 40 лк можно увеличить площадь окна до

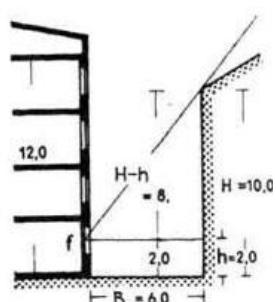
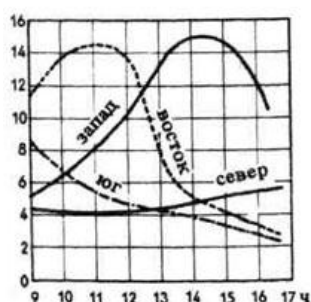
$F_{ок} = (F_{пом} E_v) / \eta E_{ок} = (30 \cdot 40) / (0,4 \cdot 378) = 8 \text{ м}^2$ — размер окна 4 х 2 м.

Незначительной величиной коэффициента снижения для окна столь большой площади можно пренебречь.



1. График для определения освещенности наружной поверхности окон во дворах (без учёта затенения оконными откосами и отражения от стен противоположных зданий).

2. График для определения коэффициента снижения освещенности при глубоких оконных откосах.



3. Кривые яркости освещения в ясный августовский день на 40° северной широты по Х. Хефелю.

4. Пример расчета средней освещенности горизонтальной поверхности в помещении, выходящем во двор.

Помещения в одноэтажных зданиях (производственного назначения) могут освещаться через фонари верхнего света.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) выражен отношением освещенности в данной точке внутри помещения $E_{вн}$ к наружной освещенности горизонтальной плоскости $E_{нар}$ в процентах:

$$КЕО = E_{вн} / E_{нар} \cdot 100.$$

Определение КЕО для любой точки Р на горизонтальной рабочей плоскости показано в табл. 1. Видимая из точки часть небосвода ограничена прямыми (крайними) лучами, проведенными через грани светового проема L1 и L2. Эти лучи вырезают из полуокружности, проведенной из точки Р с диаметром D дугу M1M2.

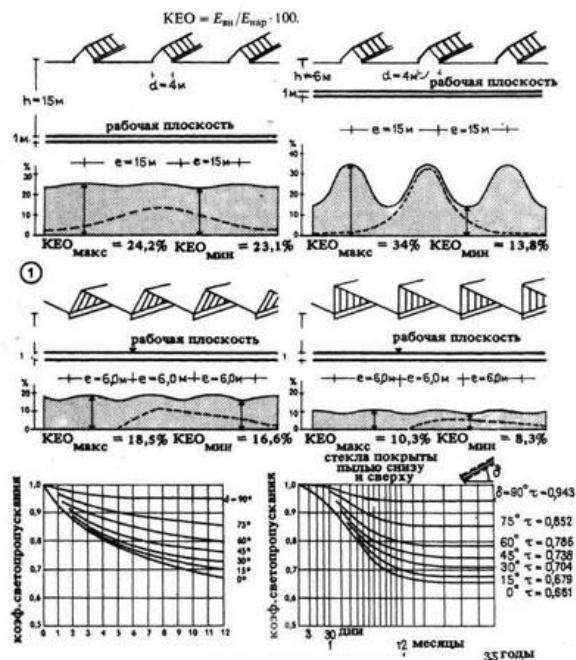
Если проекцию этой дуги на рабочую плоскость обозначить s, получим: $КЕО = s/D \cdot 100$.

Если принять $D = 100$ мм, то длина отрезка s в мм определит величину КЕО. Этот расчет справедлив для фонарей большой протяженности в их среднем поперечном сечении. Равномерность значений КЕО зависит от расстояния между фонарями, от их площади и высоты помещения. Чем ближе расстояние между фонарями (в одноэтажном помещении с

равномерным параллельным размещением фонарей оно совпадает с высотой помещения), тем равномернее значение КЕО (рис. 1, 2).

Снижение значения Т за счёт остекления и его загрязнения

	Зенитные фонари	Шедовое покрытие с наклоном остекления	
		на 60°	на 90°
Отношение $\frac{\text{площадь светового проема}}{\text{площадь пола}} = \frac{d}{e}$	26,7%	35%	35%
Коэффициент полезного действия η по рис. 1, 2, 3	0,889	0,5	0,271
$T_I = \eta \cdot \frac{d}{e}$	23,7%	17,5%	9,5%
Коэффициент светопропускания τ для остекления и конструкций фонаря:			
горбыльки и конструкции фонаря $\tau_1 = 0,92$	0,92	0,92	0,92
армированное стекло толщиной 6—8 мм, прозрачное, $\tau_2 = 0,78$	0,78	0,78	—
простое стекло толщиной 6—7 мм, прозрачное, $\tau_3 = 0,87$	—	0,87	0,87
простое стекло толщиной 6—7 см, матовое, $\tau_4 = 0,66$	0,66	—	—
Искомый коэффициент светопропускания $\tau_k = \tau_1 \tau_2 \tau_3 = T_{II} = \tau_k T_I$	0,474	0,624	0,646
Коэффициент светопропускания слоя пыли на стекле при наклоне стекла:			
45°	11,2%	—	—
60°	0,738	—	—
90°	—	—	—
$T_{III} = \tau_k T_{II}$	8,3%	8,6%	6,2%



Коэффициент полезного действия фонарей $\eta = \text{КЕО} / (d / e)$ зависит от наклона остекленной поверхности фонаря (по Фрюлингу):

для горизонтального остекления $\eta = 0,8 — 0,9$;

для наклонного остекления под углом 60° $\eta = 0,5 — 0,6$;

для вертикального остекления $\eta = 0,25 — 0,35$.

Расчет освещения ведется в три стадии: I — для открытого незастекленного светового проема; II — для застекленного, незагрязненного светового проема; III — для застекленного, покрытого пылью светового проема (предельное значение) (табл. 1).

Остекление, горбыльки и конструктивные элементы фонарей являются причиной потерь в освещенности.

Эти потери увеличиваются с загрязнением остекления (рис. 5, 6) по Спенсеру. Применение для фонарей матового стекла способствует рассеянию прямых солнечных лучей.

Из графиков видно, что загрязнение фонарей с обеих сторон через некоторое время достигает постоянной величины; коэффициент светопропускания τ при этом имеет наибольшее значение для вертикального остекления и наименьшее для горизонтального. Большее или меньшее содержание пыли в воздухе влияет только на сокращение или удлинение сроков достижения максимального загрязнения. Это справедливо только при загрязнении остекления сухой пылью и не относится к загрязнению липкими и маслянистыми веществами, а также к остеклению зданий вблизи цементных заводов.



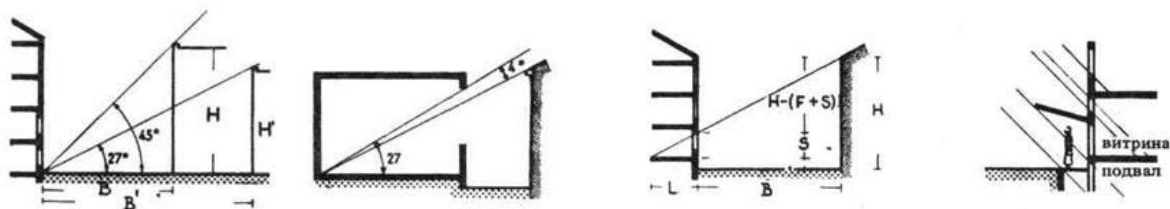
Нормы естественного освещения

Минимальные разрывы между зданиями и максимальные высоты зданий, установленные строительными правилами, имеют целью обеспечить естественное освещение помещений. Для школ и больничных зданий установлен разрыв $B = 2H$ (рис. 1). Это соответствует углу падения лучей света в 27° ; для помещений первого этажа требуется угол свободного обзора $4 — 5^\circ$. В центрах старых городов чаще всего ограничиваются разрывом $B = H$, т.е. углом падения лучей 45° . Для делового центра Берлина величина разрыва снижена до $B = 5/6H$. С учётом этих предпосылок в зависимости от назначения здания устанавливают отношение площади окон (нетто) к площади пола в пределах от $1/10$ до $1/3$. Местные нормы, принятые в Гертлице и Магдебурге, требуют, чтобы в старых районах города $1/3$, а в остальных районах $1/2$ поверхности пола помещений были обеспечены прямым освещением от небесного свода.

Расчет производится по эмпирической формуле Кюстера:

$$L = B \cdot s / (H - (F + s))$$

(рис. 3). Балконы, лоджии и козырьки следует устраивать так, чтобы они возможно меньше мешали освещению помещений (рис. 4).

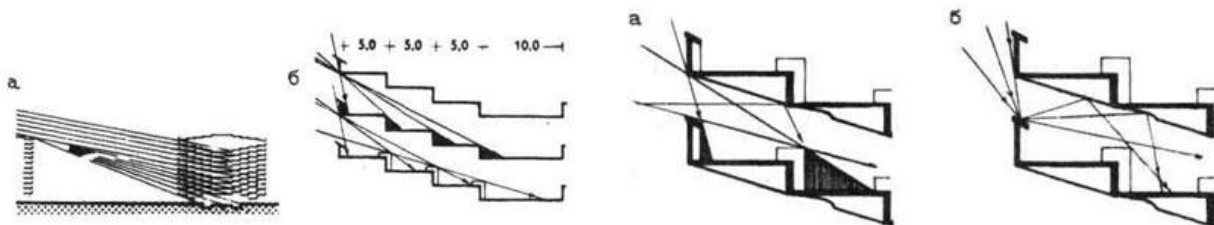


1. Нормальный профиль улицы. При угле 45° $B = H$ (в старом городском центре), при угле 27° $B = 2H$ (в районах новой застройки).

3. Определение естественного освещения по эмпирической формуле Кюстера; площадь $L \geq 1/3—1/2$ площади пола.

2. Угол падения луча света, образованный касательной наружной грани перемычки из самой дальней точки пола должен быть $\geq 27^\circ$; угол свободного обзора из этой же точки $\geq 4^\circ$.

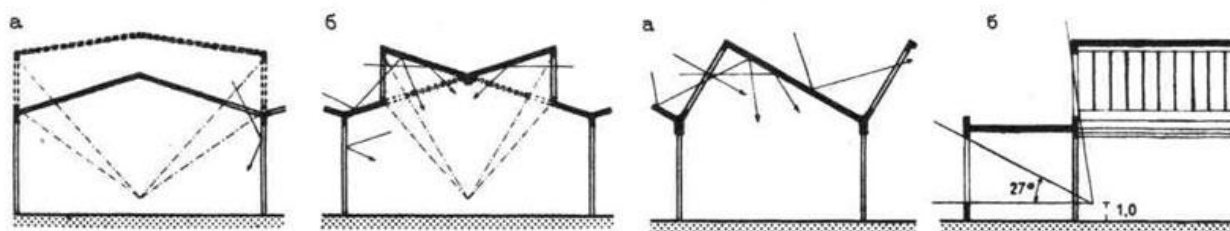
4. Устройство козырька над витриной, освещение которой обеспечивается призматическими стёклами. Освещение подвала через приямок с призматическими стёклами на уровне тротуара. 1— витрина; 2— подвал.



5. В больших зданиях ступенчатое расположение перекрытий с понижением отметок к середине может обеспечить естественное освещение на всю глубину помещений через высоко расположенные окна; в зависимости от назначения здания глубина

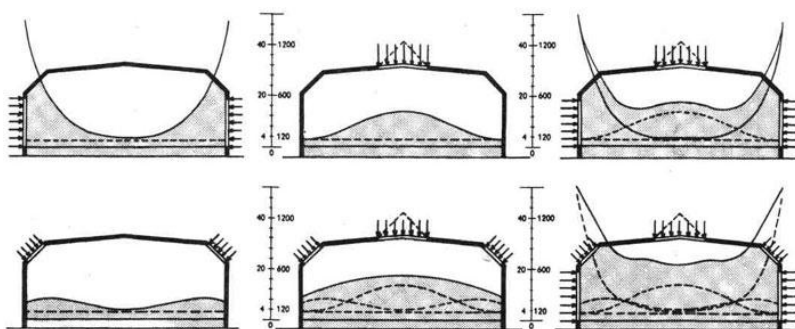
6. Разница отметок перекрытия при больших пролетах между колоннами может быть использована для размещения прогонов. Неизбежные при этом наклонные потолки хорошо отражают свет; подоконник, интенсивно отражающий свет, способствует освещению потолка

корпуса может быть доведена до 30—60 м при падении света под большим углом. (запатентовано автором).



7. В одноэтажных зданиях наклонное остекление верхнего света экономнее вертикального. М-образные фонари (б) наиболее выгодны в связи с хорошим отражением света и обеспечением аэрации помещения.

8. Шедовое и пилообразное покрытие создаёт более равномерную освещённость благодаря отражению света нижней поверхностью; при светлых крышах равномерность освещения повышается. Фонари не доводят до наружных стен здания.



9. Необходимая освещённость в большепролётных зданиях обеспечивается различными сочетаниями бокового и верхнего освещения.

3. АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

План

1. Источники искусственного света и осветительные приборы.
2. Нормирование и проектирование искусственного освещения.
3. Совмещенное освещение помещений.
4. Нормирование и проектирование освещения городов.
5. Моделирование архитектурного освещения.

3.1. АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Естественное и искусственное освещение городов и отдельных зданий и сооружений может и должно быть только «архитектурным», т.е. выполнять одновременно экологическую, эстетическую и экономическую функции.

Прежде всего архитектурное освещение должно быть экологически совершенным, т.е. комфортным для зрения в городском пространстве и в помещении.

Широкое понятие комфортности освещения связано главным образом с обеспечением благоприятной видимости и восприятием архитектурных форм, пространства и объектов человеком.

Обеспечение светового комфорта в общем случае достигается за счет рационально выбранных количественных и качественных характеристик освещения (как естественного, так и искусственного). Связанные с этим задачи контролируются нормами освещения.

Эстетика освещения определяется, во-первых, необходимостью гармонизации светлотных и цветовых соотношений в пределах единого пространства или ансамбля пространств, закры-

тых или открытых, а во-вторых, дизайном элементов осветительных систем и установок.

При решении задач, связанных с экологией и эстетикой освещения, важную, а иногда решающую роль играет экономическая целесообразность реализации проекта с учетом эксплуатационных расходов на содержание осветительных систем в будущем.

При выборе приемов и систем освещения в процессе разработки архитектурного проекта можно условно выделить два этапа.

На первом этапе решают следующие задачи:

- в соответствии с нормами выбирают необходимые уровни освещенности с учетом особенностей зрительной работы (размер объектов различения, светлота фона, контраст между объектами и фоном и т.п.);
- обеспечивают неравномерность, контрастность и направленность освещения, способствующие наилучшей видимости объектов различения и светомоделировке их формы;
- определяют спектр и динамику освещения, обеспечивающие требуемую цветопередачу и эмоциональную атмосферу;
- устраняют или ограничивают ослепленность и дискомфорт, возникающие при попадании в глаза прямых или отраженных лучей солнца, неба или источников искусственного света;
- выбирают расположение световых проемов, осветительных приборов и отделочных материалов, обеспечивающих комфортное распределение яркостей и цвета в пространстве.

Второй этап проектирования включает решение архитектурной сверхзадачи — создание архитектурного светового образа, который возникает в результате взаимодействия архитектуры и света. В интерьерах этот образ зависит от назначения помещений. Так, в зрительных залах архитектурный световой образ должен создавать впечатление праздничности и торжественности; в музеях и картинных галереях — ощущение отрешенности от внешнего мира и сосредоточенности; в производственных помещениях — иллюзию естественности световой среды.

В современной архитектуре выразительные решения достигаются искусным сочетанием естественного и искусственного света, применением новейших светотехнических и строительных материалов и конструкций, разработкой оригинальных оптических систем, новых архитектурных форм и, в конечном итоге, рождением характерных образов.

Источники искусственного света и осветительные приборы

Искусственное освещение применяется либо как основное, либо одновременно с естественным. Существенное значение имеет спектральный состав искусственного света, цветовая температура которого должна приближаться к цветовой температуре солнца.

Искусственное освещение помещений проектируется с применением электрических ламп: люминесцентных (дневного света), ДРЛ и ДРИ ксеноновых и ламп накаливания. Проектирование специального архитектурного, декоративно-художественного и освещения сцен зрелищных предприятий производится на основании норм.

Искусственное освещение применяется общее и комбинированное, состоящее из общего и местного. Применение одного местного освещения не допускается. Общее освещение бывает равномерным и локализованным (с неравномерным распределением освещенности).

Искусственное освещение может быть рабочим и аварийным.

Устройство рабочего освещения обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях.

Аварийное освещение надлежит устраивать, если внезапное отключение рабочего освещения (при аварии) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение работы объектов. Наименьшая освещенность при аварийном режиме должна составлять 5 % нормируемого Общего освещения, но не менее 2 лк. Наименьшую освещенность более 30 лк внутри здания разрешается создавать только при наличии соответствующих обоснований.

Аварийное освещение для эвакуации людей надлежит устраивать: в местах, опасных для перехода людей, а также в основных проходах и на лестницах общественных зданий, где пребывает более 50 человек, и в лестничных клетках жилых домов высотой 6 и более этажей, где могут одновременно находиться более 100 человек. Аварийное освещение для эвакуации должно обеспечивать наименьшую освещенность пола основных проходов и ступеней лестниц: в помещениях — 0,5 лк; на открытых территориях — 0,2 лк.

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения типом, размером или специально нанесенными знаками. Выходы из помещений, где могут находиться одновременно более 100 человек, необходимо отмечать световыми указателями, присоединенными к сети аварийного освещения. Для общего освещения используют, как правило, газоразрядные лампы и в некоторых случаях — лампы накаливания. Освещенность общего освещения (независимо от принятой системы освещения) должна быть не менее 200 лк при газоразрядных лампах и не менее 100 лк при лампах накаливания.

Светильники состоят из источника света и арматуры. Главнейшие функции осветительной арматуры:

- защита глаза от чрезмерной яркости источника света;
- изменение направления и характера светового потока, излучаемого источником света;
- защита источника света от внешних воздействий.

По изменению светового потока светильники делят на светильники:

- прямого света, излучающие в нижнюю полусферу основную часть светового потока;
- равномерно-рассеянного света, излучающие основной поток примерно одинаково в верхнюю и нижнюю полусферы;
- отраженного светораспределения, излучающие основной поток в верхнюю полусферу.

В вертикальной плоскости или в плане светораспределение светильников характеризуется формой кривой светораспределения. Светораспределение может быть круговым, симметричным и однонаправленным.

Важнейшим показателем защитного действия светильника является «защитный угол», учитываемый преимущественно при открытых светильниках, направленных вниз.

Освещение общественных и жилых зданий

По условиям зрительной работы помещения общественных зданий следует разделить на три группы:

- I — предназначенные для выполнения точных зрительных работ при фиксированном направлении линии зрения работающих на рабочую поверхность;
- II — предназначенные для различения объектов и обзора окружающего пространства;
- III — предназначенные для обзора окружающего пространства.
- Наименьшая освещенность условной рабочей поверхности в помещениях группы III от общего освещения должна соответствовать нормам (табл. 14).

Цилиндрическую освещенность следует определять у торцевой стены на центральной продольной оси помещения на уровне 1,5 м от пола.

ТАБЛИЦА 14
Нормы освещенности помещений общественных зданий

Разряд	Требования к освещению	Требования к осветительной установке	Освещенность условной рабочей поверхности, лк
A ₀	Высокие	Создание впечатления торжественности и возможности отчетливого различения лиц людей на значительном расстоянии (например, в президи-	500

		уме залов заседаний, предназначенных для мероприятий республиканского или союзного значения)	
Б _о	Повышен-ные	Отчетливое различение деталей архитектурно-художественного оформления интерьера и лиц людей на незначительном расстоянии (например, в концертных залах, зрительных залах театров и Дворцов культуры)	300
В _о	Нормаль-ные	Создание впечатления насыщенности помещения светом: недопустимость возникновения впечатления «пасмурности» (например, в зрительных залах клубов, фойе театров)	200
Г _о	Умерен-ные	Обеспечение возможности свободной ориентировки в помещении (в зрительных залах кинотеатров, вестибюлях административных зданий и общежитий)	75

ТАБЛИЦА 15

Нормы цилиндрической освещенности помещений общественных зданий

Разряд	Степень насыщенности помещения светом	Цилиндрическая освещенность, лк
А _ц	Большая насыщенность (например, в залах заседаний, предназначенных для мероприятий союзного и республиканского значения)	150
Б _ц	Повышенная насыщенность (например, в зрительных залах и фойе театров, торговых залах универсальных магазинов)	100
В _ц	Нормальная насыщенность (например, в актовых залах, зрительных залах и фойе кинотеатров)	75

АБЛИЦА 16

Допустимый показатель дискомфорта

Разряд	Требования к освещению	Условия зрительной работы	Допустимый показатель дискомфорта
А _к	Высокие	Преимущественное направление линии зрения вверх под углом более 45° к горизонту (в палатах больниц и т.п.)	25
Б _к	Повышен-ные	Высокая точность выполняемых зрительных работ (в конструкторских бюро, читальных залах, музеях, картинных галереях и т.п.)	40
В _к	Нормаль-ные	Общий обзор окружающего пространства без необходимости отчетливого различения малых объектов (в зрительных залах, фойе, вестибюлях и т.п.)	60

Для ограничения слепящего действия установок общего освещения в помещениях общественных и жилых зданий показатель дискомфорта не должен быть более указанного в табл. 15.

Показатель дискомфорта необходимо определять у торцевой стены на центральной продольной оси помещений на высоте 1,5 м от пола. Показатель дискомфорта не регламентируется для помещений, длина которых не превышает двойной высоты установки светильников над полом, а также предназначенных для кратковременного пребывания или прохода людей, для гардероб-

ных, коридоров, санитарных узлов, кладовых и лестниц (при условии выполнения требований обеспечения защитных углов светильников не более 10° к горизонту).

Коэффициент пульсации освещенности для рабочих мест в помещениях общественных зданий с длительным пребыванием работающих не должен превышать значений, допускаемых для рабочих помещений промышленных зданий (табл. 16).

Средняя освещенность жилых комнат в квартирах и общежитиях, номерах гостиниц и спальнях помещений в учреждениях отдыха при совместном действии всех светильников, установленных в помещении, должна быть 75 лк, а в кухне квартир и общежитий – 100 лк. В квартирах наименьшая освещенность пола коридора – 50, санитарных узлов – 4 лк.

4. ИНСОЛЯЦИЯ И СОЛНЦЕЗАЩИТА В АРХИТЕКТУРЕ

План

1. Основные понятия.
2. Нормирование и проектирование инсоляции застройки.
3. Солнцезащита и светорегулирование в городах и зданиях.
4. Моделирование инсоляции.
5. Экономическая эффективность нормирования инсоляции и солнцезащиты.

4.1. ИНСОЛЯЦИЯ И СОЛНЦЕЗАЩИТА В АРХИТЕКТУРЕ

Инсоляция – это облучение поверхности прямыми солнечными лучами. Одно из важнейших условий комфорта в доме - продуманная инсоляция. Если в этом вопросе при строительстве дома допущены ошибки, то на стадии отделки интерьера исправить их будет крайне сложно, а в ряде случаев просто невозможно.

Инсоляция – это степень освещенности солнечным светом зданий, сооружений и их внутренних помещений.

Инсоляция – это облучение земной поверхности солнечной радиацией, оказывающее световое, тепловое и бактерицидное действие на человека (источник: «Словарь архитектурно-строительных терминов»).

Положительное действие инсоляции: освещение; оздоровительное действие ультрафиолетовых излучений, повышающее гигиенический уровень помещений; тепловое действие солнечного света в зимние месяцы года может способствовать сохранению тепла в помещении.

Отрицательное действие инсоляции: разрушительное действие солнца на некоторые материалы (ткани, бумагу, печать и др.); перегрев помещений в летние месяцы; слепящее действие при попадании солнечных лучей в глаз человека (прямых или отраженных).

Для наиболее полного использования положительных свойств инсоляции необходимо правильное размещение и ориентация зданий по сторонам горизонта, а также их объемно-планировочные решения.

При ориентации очень важно хотя бы приближенно оценивать различные архитектурно-планировочные решения жилой застройки и зданий с точки зрения требования инсоляции.

Гостиная. Как правило, центральным помещением в доме является гостиная. Она может служить также столовой, или непосредственно соединяться с ней. В небольших домах роль гостиной может выполнять кухня-столовая, в которой протекает значительная часть жизни семьи. А во многих дачных домиках гостиной служит остекленная веранда. Учитывая то, что в средней полосе лето не слишком жаркое, и солнцем мы не избалованы, при проектировании этого центрального помещения в доме ему следует отдать самое выгод-

ное место. Желательно, чтобы окна гостиной были обращены на юг или на запад. Конечно, при этом следует учесть и привлекательный вид из окон.

Для других климатических зон действуют иные законы. Например, в южных районах придется думать о солнцезащитных мероприятиях.

Кухня. Когда хозяйка занята приготовлением пищи, ей почти всегда бывает жарко - и от физической работы, и от раскаленной плиты. Поэтому едва ли имеет смысл устраивать в кухне большое окно, обращенное на юг. Находиться в такой кухне будет просто мучительно. Если нет возможности ориентировать это помещение на север или восток, надо попытаться устроить боковое освещение рабочей поверхности, либо устроить маленькие окна, через которые проникает меньше света.

Спальня. При проектировании спальни полезно учесть особенности характера ее хозяина. Если тот, кто будет в ней спать - «жаворонок», то ему наверняка понравится просыпаться от крадущегося по подушке солнечного луча. Такому человеку подойдет восточная или юго-восточная ориентация окон.

Для тех, кому ранние подъемы в тягость, предпочтительна западная или северная сторона. Необходимо также иметь в виду, что комнаты, ориентированные на запад, сильно нагреваются лучами закатного солнца, особенно если они расположены в мансарде и в течение всего дня «впитывают» тепло от разогретой крыши. В такой спальне будет очень жарко ложиться спать. Зато поутру, когда воздух остынет, утреннее солнце не потревожит любителя понежиться в постели.

Несколько общих рекомендаций относительно ориентации помещений по сторонам света.

Юг. На юг предпочтительно ориентировать «парадные» помещения в доме: веранду, гостиную, столовую, а также спальни первого этажа.

Запад. На запад, в зависимости от стиля жизни и характера хозяев, могут быть ориентированы окна спальни, гостиной, веранды.

Восток. Восточную ориентацию целесообразно избрать для спальни, кухни, рабочей комнаты.

Север. На север удобно ориентировать кабинет, спальни второго этажа (мансарды), кухню, технические помещения.

Функциональная солнцезащита.

Почему функциональная? Потому что изделия для декорирования окна поднимаются и опускаются, сдвигаются и поворачиваются, фиксируются на любом уровне и в любом положении. Управление солнцезащитными системами очень простое: шнур, цепочка, ручка. Возможно, также автоматизировать управление жалюзи, рулонными шторами, шторами-плиссе, римскими шторами.

Зачем солнцезащита нужна? Нужна она не только нам с Вами для комфорта и уединения! Ваши любимцы — животные, птицы и растения тоже нуждаются в защите от палящих лучей! Ваша мебель и предметы интерьера нуждаются в защите от ультрафиолетового света, а именно от выгорания.

Кроме того, применение солнцезащитных систем позволяет Вам до 20% экономить на кондиционировании летом и отоплении зимой. В Европе этот аспект считают достаточно весомым т. к. они умеют считать деньги.

Если солнечная сторона. Рекомендуем рулонные шторы и шторы-плиссе из тканей с жемчужным напылением с тыльной стороны. Такие ткани отражают свет и тепло (эффект теплого зеркала). Рекомендуем также выбирать ткани плотные, рассеивающие большую часть света или совсем непрозрачные ткани BlackOut.

Если солнце в Ваших окнах задерживается недолго или у Вас теневая сторона. Вы можете выбрать любую понравившуюся Вам ткань: вуалевую, полупрозрачную, плотную или совсем непрозрачную. Но не забудьте, что Вам необходимо защититься от посторонних

взглядов (особенно вечером). Для окон, в которых не бывает яркого света выбирайте ткани светлые или ткани с контрастным дизайном.

При монтаже на проем важно предусмотреть насколько удобно будет пользоваться окнами (проветривать, пользоваться подоконником). Рулонные шторы, закрывающие проем могут зрительно увеличить окна, а декоративный волан украсит всю композицию. На проем устанавливаются чаще всего открытые системы. На каждую створочку отдельно устанавливаются как открытые, так и миникассетные системы. Рулонные шторы фиксируются на створке, управляются цепочкой, и оставляют Ваш подоконник полностью свободным. Если окна цвета — металл, коричневый, бежевый или под дерево «золотой дуб», «махгон», то и миникассетная система доступна в соответствующем цвете.

Практически для всех сложных окон можно предложить функциональную солнцезащиту. В данном случае — это будут шторы-плиссе. Плиссе наиболее практичны и удобны. Шторы-плиссе позволяют декорировать любую часть окна, управлять можно как сверху вниз так и снизу вверх. Особо отметим применение штор-плиссе на мансардных окнах, в зимних садах и при потолочном остеклении. Шторы-плиссе отлично декорируют окна треугольной, трапециевидной формы, арки, полуарки, сегменты. Выбор разнообразных тканей и надежная оригинальная немецкая комплектация — это гарантия того, что шторы-плиссе будут служить долго и доставлять лишь положительные эмоции.

Выбирая квартиру в многоэтажном городском доме, мы, как правило, стараемся, чтобы окна были обращены на юг. Это правильно, поскольку инсоляции городских квартир мешают соседние дома, и лишь при южной (юго-восточной или юго-западной) ориентации можно надеяться, что на протяжении двух-трех часов в день в наших комнатах будет солнце. Иная ситуация складывается на собственном дачном участке. Обычно дом строится на чистом, как альбомный лист, участке, а уже потом вокруг него вырастает сад и другие постройки, как-либо влияющие на его инсоляцию. О планировке участка мы поговорим в отдельной статье, а сейчас рассмотрим ситуацию, когда никакие внешние факторы, будь то постройки или деревья, не мешают проникновению в дом солнечных лучей.

Солнцезащита без штор, экранов и жалюзи

Мировая практика солнцезащиты, в том числе – российские технологии, основана на принципе притенения помещений. Солнечные лучи проникают в квартиры и офисы через окна, 80% площади которых составляют стёкла или стеклопакеты. Поэтому все конструктивные изыскания по организации солнцезащиты лежат в области придания стеклу дополнительных свойств.

Солнцезащитное стекло относят к материалам, которые изготавливают в заводских условиях с применением особых высокотехнологичных процессов. Этот материал выпускают в трёх вариантах: · прозрачное цветное стекло; · стекло односторонней видимости с зеркальным напылением; · прозрачное бесцветное стекло с энергоэффективным покрытием.

Прозрачное цветное стекло обладает свойством поглощать свет, представляя собой своеобразный оптический и термический фильтры, способные удержать до 20% света и 30% тепла. Степень поглощения солнечного света зависит от толщины стекла и количества красителя. Для достижения этого эффекта в жидкую стекломассу перед изготовлением листов вносят специальные добавки (красители), меняющие цвет готового стекла на коричневый, зеленоватый, голубой или серый.

Стекло с зеркальным напылением, нанесенным горячим способом, частично отражает, частично поглощает солнечную энергию, снижая её интенсивность на 30-35%. Солнцезащитные свойства материала обеспечиваются за счёт состава напыления: оксидов и нитридов металлов. Цветовая гамма очень богата. Наиболее популярные цвета напыления: розовый, бирюзовый, голубой, зелёный, золотой, синий, стальной, титановый.

Особый тип стёкол с зеркальным напылением составляют прозрачные стёкла с зеркальным напылением: зеркальность видна только со стороны улицы. Количество отраженного и поглощенного света зависит от свойств покрытия: светлый тон и яркий глянец – больше отражение, темнее тон и интенсивнее матовость поверхности – больше поглощение.

Солнцезащитное стекло двух представленных типов обладает одним существенным недостатком: процесс поглощения и отражения сопровождается высокой конвекцией, то есть, нагреваясь от лучей солнца более чем на +50°C, тёмное стекло начинает дополнительно обогревать помещения. Кроме того, солнцезащитное стекло сокращает продолжительность светового дня примерно на 2,5-3 часа.

Поэтому эти материалы не рекомендованы для остекления жилых домов, как правило, их устанавливают в окна многоэтажных офисных зданий, в которых запроектировано рациональное освещение и обустроены стационарные системы освещения, вентиляции и кондиционирования.

Прозрачное бесцветное стекло с энергоэффективным покрытием обладает комбинированным действием, сочетающим солнцезащиту и теплозащиту. Оно не пропускает внутрь помещения избыточный свет Солнца и не выпускает из комнат длинноволновую (инфракрасную) энергию, излучаемую обогревательными приборами. Из-за этой особенности низкоэмиссионное стекло получило название «энергоэффективного».

КПД установки в окно прозрачного бесцветного стекла с энергоэффективным покрытием очевидна: светопропускание по сравнению со стеклопакетами, изготовленными только из обычного стекла, снижается с 72-76% до 50%, а способность сохранять комфортный микроклимат в помещении повышается в два раза. На схеме представлен принцип работы прозрачного стекла с энергоэффективным покрытием.

Стоит помнить, что для окон, которые планируется устанавливать в детской комнате, лечебных учреждениях, оранжереях, прозрачное бесцветное стекло с энергоэффективным покрытием непригодно, так как, практически полностью отсекает ультрафиолет, поступающий в комнаты.

Остекление этих помещений рекомендуется производить с применением увиолевого стекла, которое пропускает не менее 25% ультрафиолетовых лучей (то есть в пределах биологической потребности человека), что достигается за счет применения стекольной шихты (сырьевой смеси) с минимальным содержанием примесей оксидов железа, титана и хрома и сульфидов некоторых металлов.

Вообще выбор типа солнцезащиты следует строить с учётом трёх основных факторов: · на какую сторону света выводят окна, так как в отличие от всех прочих северные окна в солнцезащите не нуждаются; · функциональное назначение помещения (жилое/нежилое), так как этот фактор позволяет учесть различный уровень нагрузки, который приходится на него; · состояние и конфигурация инженерных сетей (электрической сети, вентиляционной системы и отопления).

5. АРХИТЕКТУРНОЕ ЦВЕТОВЕДЕНИЕ

План

1. Основные понятия.
2. Систематизация цветов.
3. Воспроизведение цвета.
4. Нормирование и проектирование цвета.

5.1 АРХИТЕКТУРНОЕ ЦВЕТОВЕДЕНИЕ

Цвет как один из важных элементов компоновки вещи или архитектурного сооружения влияет на их облик или даже образный характер, подчеркивает их определенные качества. Проще говоря, именно цвет часто делает дома и вещи выразительными.

Образная роль цвета в дизайне и архитектуре основывается как на оптических законах сочетания цветов, так и на правилах цветоведения. Физики говорят о цвете как о результате разложения белого света; художники, печатники, текстильщики рассматривают цвет как вещество, применяемое для получения краски. Таким образом, речь идет то о краске, то о

цветном луче. На самом деле цвет — результат физиологического воздействия обоих этих элементов на сетчатку глаза. Следовательно, цвет — это ощущение.

Цвет определяют три фактора: длина волны, чистота (или насыщенность) по отношению к белому (чистый цвет или с примесью белого), яркость, т. е. количество светового излучения (или отражения). Это дает нам, нашему глазу, который представляет собой очень точный аппарат, возможность различать множество цветов и оттенков и, конечно, оценивать их. Три цвета — красный, синий и желтый — называют основными, их смеси практически дают все остальные цвета. Считается, что они являются основой нашей способности воспринимать и различать цвета и оттенки.

В представленной схеме первый треугольник — основные цвета, второй — составные, т. е. те, которые получились от смешения основных: красный с желтым дали оранжевый, желтый с синим — зеленый, а синий с красным — фиолетовый. Те цвета, которые находятся на диаметрально противоположных вершинах, — синий и оранжевый, красный и зеленый, желтый и фиолетовый — называются дополнительными. Дополнительные цвета поддерживают «звучание» друг друга, они контрастны, но гармонично сочетаются, однако при смешении между собой дают серый цвет.

Существуют общепризнанные закономерности гармонии цветов. Назовем самые употребительные:

- 1) цветовой контраст цветов, расположенных на противоположных вершинах треугольников;
- 2) цветовой нюанс двух близко расположенных на цветовом круге оттенков;
- 3) гармония более яркого и менее яркого оттенков одного и того же цвета (например, светло-желтого с темно-желтым); иначе говоря, это гармония градаций одного и того же цвета;
- 4) сочетание цвета или его оттенка — хроматического тона с ахроматическим (черным или белым).

В дизайне и архитектуре приходится учитывать психологическое воздействие цвета. Например, человек, находясь в помещении с синеватыми или голубыми стенами, может жаловаться на холод, но если он перейдет в оранжевое помещение, то скажет, что здесь теплее, хотя температура в комнатах одинаковая.

Замечено также, что цвета могут быть легкими и тяжелыми. При одинаковом весе фиолетовый ящик будет ощущаться более тяжелым при переноске, чем белый или желтый.

Тот, кто когда-нибудь рисовал пейзаж или любовался им на вольном воздухе, подтвердит, что дальний лес бывает погружен в голубую дымку и кажется синеватым, а зелень куста на переднем плане, наоборот, кажется более теплой, желтоватой. Исходя из этого, можно сказать, что цвета бывают выступающими, например: желтый или красный на светлом фоне, оранжевый на черном, или отступающими, например: синий, зеленый. Поэтому голубые стены в помещении психологически как бы раздвигают пространство.

Большое значение имеет положение цвета в пространстве, так как он может приобретать различный психологический смысл в зависимости от того, как и где употреблен: около потолка или пола, широкой или узкой полосой, на вертикальной или горизонтальной плоскости. Например, люди будут по-разному себя чувствовать, находясь на голубом или коричневом полу. Светло-желтая нижняя часть стены рождает ощущение хрупкости и беспокойства, но тот же цвет в верхней части стены вызывает мысли о свете и большом пространстве.

Форма окрашенной поверхности (цветового пятна) тоже имеет значение. Один и тот же цвет может оказывать разное воздействие в зависимости от массы пятна и от его контуров — мягких или резких.

Цвета могут сильно изменить воздействие на нас объемов. Гармоничное сочетание мягких и приятных цветов может сгладить впечатление от резких граней и изломов формы. Можно предложить детям представить, какое будет впечатление, например, от углубления в

предмете или ниши, выкрашенных в холодный цвет, или от такой же ниши или углубления ярко-красного цвета.

Способ применения цвета в дизайне и архитектуре иной, нежели в живописи. Если в живописи присутствует множество оттенков, нюансов цвета, то в дизайне и архитектуре цвет применяется локальным — здесь он представляет собой однородно окрашенную поверхность.

В архитектуре и дизайне (особенно дизайне интерьеров) учитывается восприятие цвета. Яркий, интенсивный цвет, да еще в большом количестве в интерьере приводит к быстрому утомлению. Очень скоро могут надоесть и цвет, и само помещение, хотя сами по себе они могут быть красивы.

Воздействие цвета на человека

Все цвета оказывают разное воздействие на человека.

Красный цвет, цвет огня и крови, рождает ощущение тепла, вызывает также мускульное напряжение, учащает ритм дыхания, повышает давление. Длительное пребывание в красном помещении приводит людей к частым конфликтам.

Голубой цвет обычно вызывает воспоминание о небе или воде, он светлый, прозрачный, снимает давление, успокаивает.

Синий и фиолетовый цвета также действуют успокаивающе. Были эксперименты в психиатрических клиниках, когда возбужденных больных помещали в синие комнаты с синими стеклами на окнах, и они приходили в норму, а в фиолетовых даже впадали в другую крайность — в подавленное состояние.

Желтый цвет, словно солнечный свет, — цвет хорошего настроения и веселья. Он стимулирует зрение и умственную деятельность.

Оранжевый цвет хорош, например, для кафе — он улучшает аппетит, вызывает легкое возбуждение, усиливает кровообращение.

Зеленый цвет успокаивает, дает некоторый отдых уму, пробуждает в человеке терпение, считается оптимальным цветом, но представьте себе комнату, окрашенную зеленой масляной краской, — практично, но как в казарме, и приятного чувства цвет не вызовет.

Но тот же зеленый матовый цвет воспринимается гораздо лучше. Свою роль здесь играет фактура цветового покрытия. Она бывает зеркальная, матовая и смешанная в зависимости от способности отражать свет.

Нужно обратить внимание учащихся на то, что законы цвета одни и те же, но применение их в дизайне и архитектуре несколько различается, как различаются по размерам вещь и здание. Цвет в архитектуре, как правило, не такой открытый и интенсивный, каким он может быть в окраске вещи. Обычно цвета в архитектуре пастельные, слегка или сильно разбеленные (даже оранжевые и красные).

Цветовое настроение, образность достигаются часто при помощи цветового акцента. Им может быть полоска, бордюр, интенсивно выкрашенный конструктивный элемент (стойка, опора, часть стены и т. д.). Также в качестве акцента может служить дизайнерская деталь обстановки, драпировка, не говоря уже о панно, витражах, мозаиках, стенных росписях и т. п. Цветовой акцент влияет на восприятие как интерьера, так и экстерьера здания. Например, дом может казаться синим за счет синей крыши и синих карнизов или синего навеса над входом, балконов или лоджий. Акцентом, оживляющим дом, может быть просто рекламная вывеска, не говоря уже о так называемой городской графике — росписи декоративного характера, украшающей голую стену старого дома. Вопрос только в том, как «уживается» дом с окружающими строениями, зеленью деревьев и т. п.

Цветовое решение интерьера

Повышение жизненного уровня, требований к своему жилью создают совершенно новую ситуацию — миллионы людей более не могут быть удовлетворены отделкой интерьеров, сводящейся к оклейке первыми встреченными бумажными обоями и белой окраске потолков. Это вызывает огромный массовый интерес к проблемам и решениям дизайна интерьер-

ера, появление новых журналов и сайтов по этой теме. Одна из ключевых составляющих проекта интерьерного дизайна – разработка его цветового решения.

Цветовое решение интерьера оказывается необходимым всегда, вне зависимости – проводится ли минимальный декоративный ремонт или масштабная реконструкция, оформляется ли новое здание, или хозяйка вешает новую штору. Любой элемент интерьера имеет свой цвет и вносит вклад в производимое им впечатление.

Оптимизация цветового решения интерьера – самый общедоступный путь повышения эстетичности интерьера. Для него не нужно проводить перепланировок, заново размещать оборудование, укладывать отделочный камень и дорогую керамическую плитку. Эстетичность интерьера может достигаться всего лишь грамотным применением краски нужного тона и эквивалентных по своей стоимости отделочных материалов.

И, наконец, цвет интерьера оказывает самое ощутимое психологическое и физиологическое действие на человека, на условия жизни людей, облегчая или усложняя их. В зависимости от той или иной окружающей цветовой гаммы, человек может длительно сохранять активный позитивный настрой, либо быстро прийти к нервному расстройству. Кроме того, он может по-разному воспринимать окружающие звуки и температуру. Цветность весьма ощутимо и многогранно воздействуют на людей, их физическое и психическое состояние. Бесцветность и цветовая монотонность вызывают ощущение безразличия и вялости. В светлом, цветном и ярком окружении особенно нуждаются дети. Другой крайностью была бы цветовая перегрузка интерьера – хаотичное, беспорядочное, утомительное и неорганизованное многоцветие.

Неисчерпаемость возможностей цвета, с таким успехом используемая во всех видах искусств, порой наталкивает на мысль, что в архитектуре цвет используется еще недостаточно, несмотря на то, что применение цвета в архитектуре имеет давние традиции. История знает множество ярких примеров прямой и наглядной связи цвета с архитектурными решениями, глубокого понимания его художественной роли, удивительной гармонии цветовых сочетаний при создании архитектурных образов. Одним из примеров высокопрофессионального, но в то же время – общедоступного и привычного интерьера являются станции метро. Их создатели сумели превратить узкое, подземное сооружение в светлое, иллюзорно открытое и просторное помещение, где посетители чувствуют себя очень комфортно.

Цвет в композиции интерьера

Интерьер, замкнутое пространство – специфическая цветоцветовая среда, не похожая на пленер. В интерьере мы имеем дело с искусственной, специально созданной средой со своими особыми законами гармонизации. А цветной фон природы всегда гармоничен, здесь возможна чистота тонов, немыслимая в интерьере. Интерьер отличается от экстерьера многообразной предметной средой, обилием отделочных природных и искусственных материалов. «Дисциплинировать» такое многоцветие не всегда просто, это требует усилий и специальных знаний. Цвет в интерьере рассматривается на близком расстоянии, иногда вплотную. В интерьере необходима эмоциональная насыщенность среды – там источники эстетических переживаний нужно программировать и создавать.

Интерьер не просто окрашивают или оформляют, а задумывают в цвете. Цвет через материал-цветоноситель органически связан с архитектурно-пространственной формой и непосредственно участвует в ее создании.

Цветовые средства композиции

Цвет, в том числе и в интерьере, обладает множеством характеристик, которые по общим признакам можно объединить в две группы. К первой группе относятся основные свойства цвета, вторая включает свойства, обуславливающие его психофизиологическое воздействие.

Цветовой тон – первичная характеристика цветового ощущения, порождаемого определенной длиной волны света. Именно его называют – красный, оранжевый, желтый, зеле-

ный цвет. Создавая нужное впечатление, тона преобразуют, меняя яркость, чистоту, фактуру, насыщенность краски, добавляя иные пигменты и тона.

Яркость. В шкале яркостей лежат чистые серые тона, в интервале – от черного, до белого. Белый цвет почти обязательно присутствует в интерьере, как цвет потолка, переплетов, откосов. Освещение интерьера повышает освещенность, выявляет тонкие оттенки. Черный цвет применяется относительно редко – для расстановки акцентов. Серые цвета очень популярны как спокойный, нейтральный фон стен.

Чистота и насыщенность цвета – близость цвета к чистому спектральному, без примесей белого или черного. В красках – процентное содержание чистого хроматического пигмента.

Фактура поверхности. В интерьере нельзя говорить о цвете вообще, безотносительно его материалу. Совершенно по-разному воспринимаются черный полированный камень и черное сукно, красный бархат и красная бумага. Их резко отличает фактура – мера гладкости и отражающих свойств материала. Изменение фактуры полностью меняет вид материала – полировка камня, пропитка паркета мастикой. Различают три вида фактур.

Матовая поверхность – мелкопористая, шероховатая, равномерно рассеивающая свет. Это фактура кирпича, штукатурки, древесно-стружечных плит, клеевой окраски, сукна и т.д.

Глянцевая, бликующая поверхность. Это фактура эмали, лака, линолеума, пластмассы, кафеля. Ей присущ и своеобразный шелковый блеск.

Блестящая поверхность – отражающая окружающие предметы. Это фактура стекла, зеркала, полированного камня и металла.

Присутствие в интерьере больших блестящих поверхностей придает ему живость, нарядность, разнообразие, иллюзорно расширяет пространство, но в то же время зрительно деформирует его. Необходимый минимум цветовых впечатлений в спокойном интерьере офиса может реализоваться введением цветовых элементов, живописных полотен.

Свойства цветов

Цвет иллюзорен при его зрительном восприятии, безгранично изменчив в зависимости от окружающей обстановки, от освещения, соседства других цветов, местоположения, фактуры, величины окрашенной площади, расстояния до наблюдателя, времени воздействия на него. Изменяясь сам, цвет меняет и восприятие среды – зрительно сокращает или удлиняет помещение, подчеркивает или скрадывает объемность форм, выделяет или скрадывает, вызывает ощущение теплоты, сухости, холода или влаги.

Многочисленные исследования психологов показали, что одни и те же цвета и их сочетания вызывают у людей близкие, объективно действующие эмоциональные реакции. Восприятие цвета определяется его непосредственным физиологическим воздействием, возбуждающим или угнетающим характером, вызываемыми ассоциациями и общепринятой символикой.

Главная характеристика цветов – их активность. Активные цвета действуют возбуждающе, ускоряют процессы жизнедеятельности, часто улучшают самочувствие. Это в первую очередь – красные и оранжевые цвета. Пассивные цвета, синие и фиолетовые, оказывают противоположное воздействие. Описание психологического действия цветов, их символики приведено в отдельной статье. При этом нужно учитывать, что воздействие цвета отчасти субъективно и зависит от окружения (черный цвет стен ассоциируется с трауром, черный цвет автомашины – с благородством).

Среди ахроматических выступают как более броские белый и черный. Отстают серые. Иллюзорное расположение цветных поверхностей, связанное с их пространственными свойствами, может быть изменено заменой фактур. Всегда, когда в композиции используются пространственные свойства цветов, необходимо учитывать взаимозависимость всех характеристик – броскости, фактурности, весомости, взаимного местоположения в пространстве.

Цветовые закономерности композиции

Придать стройность и порядок хаосу цветов и предметов, соответственно задаче управлять ими можно, лишь опираясь на цветовые закономерности композиции. При этом отбор используемых средств сугубо индивидуален.

В интерьере цвета воспринимаются не сами по себе, а как свойства реальных предметов. Однако существуют и природные закономерности абстрактных цветосочетаний. Реализуя проект, их нужно рассматривать, в первую очередь, переходя от цвета и цветосочетаний, цвета и света, цвета и объёмных форм, к цвету и материалу, цвету и функции. В целом цветовая композиция занимает свое место, как часть архитектурной композиции с ее закономерностями – отношениями и пропорциями, ритмом, контрастом, нюансом, масштабностью, соразмерностью и соподчиненностью.

Структурные закономерности сочетаний цвета

Главное условие гармонии – упорядоченный, целостный характер сочетания цветов, определяемый их структурными закономерностями.

Как правило, в интерьере главное соотношение цветов – цвета ограждающих поверхностей, иные – дополнительные и соподчиненные. Возможны простые и сложные соотношения, где мера сложности зависит от количества сочетаемых цветов, их характеристик, управляющих ими закономерностей.

Важна также форма сопоставления цветных поверхностей:

1. Непосредственное касание локальных цветов на четко различимой границе.
2. Сопряжение с размытой границей как радуга, многоцветность неба и моря, градации цвета, обусловленные рассеянным освещением.
3. Соприкасание с разделяющим контуром, как в цветных витражах.
4. Сопоставление фигуры и фона с четкой или размытой границей (самый распространенный случай). В интерьере такие сопоставления наиболее важны практически.
5. Загораживание друг друга цветными плоскостями, не имеющими общей границы (анфилада помещений, видимая сквозь дверные проемы).
6. Сопоставление цветов, не имеющих общей границы, но воспринимаемых одновременно.
7. Сопоставление цветов, воспринимаемых последовательно, не попадающих одновременно в поле зрения.
8. Особые случаи – смешение цветовых точек, полос, переплетение сеток.

Поиск системы гармоничных соотношений цвета опирается на свойства композиции и закономерности цветосочетаний – контраст цветов; гармонию рядов; условия объединения и расчленения цветов; цветовую гамму и тональность; особенности восприятия цветосочетаний.

В достижении целостного и гармоничного соотношения цветов по их основным свойствам большую роль играют общие закономерности архитектурной композиции: тождество, подобие, метр, ритм, симметрия, асимметрическое равновесие, контраст, нюанс. Они управляют соотношениями цветовых тонов, светлоты, чистоты, насыщенности, фактурности, пространственными, весовыми и температурными свойствами, а также взаимным местоположением цветных элементов.

Участок сетчатки быстро привыкает к интенсивному цвету, так что цвет этот как бы сереет. Поэтому интерьеры оформляют в средне и малонасыщенных цветах; при использовании для основных поверхностей насыщенных цветов их сочетают с дополнительными цветами, восстанавливающими чувствительность сетчатки. Самым утомительным является фиолетовый цвет, за ним – синий и красный, самый благоприятный – зеленый. Явление привыкания зрения к интенсивному цвету создает эффект последовательного контраста (в отличие от одновременного при непосредственном взаимодействии цветов). Контрасты – очень эффективный инструмент, позволяющий обогащать композицию, используя цвет в разном соседстве. Последовательным контрастом можно повысить активность малонасы-

щенных цветов в помещениях, воспринимаемых последовательно. Для этого достаточно соседствующие интерьеры решить в дополнительных или близких к ним цветовых тонах. Решая два или несколько соседствующих помещений в одинаковых или близких цветовых тонах, можно понизить активность насыщенных цветов.

Равноступенный ряд по цветовому тону, яркости, чистоте и насыщенности – это простейшая закономерность, основанная изменении одной из характеристик цвета. Ряд из цветовых тонов, плавно переходящих друг в друга, расположенных строго последовательно в порядке спектра и замкнутый в виде круга – называют цветовым кругом. Он признается всеми исследователями как первооснова и даже символ цветовой гармонии, служит для построения многих цветовых сочетаний, помогает изучению цветовых явлений, определению величины контрастов, нюансных и контрастных гармоний, делению цветов по «температурному» и «весовому» признаку.

При смешении двух дополнительных тонов (т.е. расположенных противоположно в круге и при смешении создающих серый цвет) образуются два ряда: однотональный по чистоте и насыщенности с переходом от цветового тона к серому; двухтональный переходом от одного дополнительного цветового тона до другого, через серый промежуточный. Ряд между двумя не дополнительными тонами будет, соответственно, трехтональным. Ряд, образованный цветовыми тонами разной яркости, лежит перпендикулярно цветовому кругу.

Объединение цветов – первый шаг к поиску гармонии. Цвета могут объединяться, обладая общими признаками: размещением, близостью характеристик, подобием тонов, чистоты, насыщенности, фактуры, ассоциаций и воздействия. При сочетании одни будут восприниматься как фигура, другие – как фон. Иногда цвета объединяются по одному свойству и одновременно расчленяются по другому.

Эстетика цвета требует, прежде всего, выразительности цветовых контрастов, их значимости в композиции. Контраст может создаваться:

1. по яркости тона – между светлым и темным;
2. по цветовому тону – между цветом и его дополнительным;
3. по насыщенности – насыщенный хроматический и ахроматический цвет;
4. по чистоте – от чистого цветового тона к темно-серому;
5. по фактурности – между матовым и блестящим; по ассоциациям;
6. пространственным – выступающие / отступающие цвета;
7. температурным – теплые / холодные цвета;
8. весовым – легкие / тяжелые цвета; по активности воздействия – активные / пассивные, возбуждающие / угнетающие.

Контрасты по цветовому тону не исключают контрастов по другим характеристикам, причем общая степень контрастности соотношения цветов определяется суммарным значением всех видов контрастов. В зависимости от различия характеристик возможны большой, средний и малый контрасты. Величина цветового контраста исчисляется расстоянием между тонами по цветовому кругу, так большой контраст соответствует углам 110 до 180 градусов круга.

Цветовая гамма и тональность. Цветовая гамма – это совокупность цветов, выбранных для решения определенной композиционной задачи. В любом интерьере, прежде всего, важна цветовая гамма основных поверхностей. В целом цветовая тональность композиции – это суммарный цветовой облик, общий цветовой характер, некое суммарное ощущение от цветовой множественности. Тональное объединение цветов создает целостность сочетания, исключает хаотичность и пестроту. На фоне общей тональности, не нарушая ее, могут существовать вспышки очень ярких цветов.

Общая тональность гаммы достигается:

- составлением гаммы оттенков одного цветового тона разной яркости и насыщенности;
- близостью по цветовому тону всех цветов гаммы;

- решающим преобладанием в цветовой гамме одного цветового тона, доминирующего по площади, количеству цвета, насыщенности и чистоте;
- количественным преобладанием в цветовой гамме группы близких цветовых тонов – красных, оранжевых и желтых, голубых и зеленых, голубых и синих и т.д.;
- оптическим смешением различных цветовых тонов, в том числе и полярных;
- созданием гармоничной системы цветовых рядов на основе одного, двух и более основных цветов.

Психологическое воздействия сочетаний цвета. Ранее упоминалось психологическое восприятие отдельных цветов. Однако фактически человек всегда воспринимает сложную цветовую среду, не отдельные цвета, а их сочетания. Воздействие контрастов на человека может быть столь значительно, что иногда его приходится нормировать. Большие контрасты вызывают ощущение большой цветовой энергии, четкости и определенности. Они взаимно усиливают характеристики сочетаемых цветов. При их избытке возникает ощущение пестроты, крикливости или резкости сочетаний.

Малые контрасты образуют спокойные, малоактивные, целостные сочетания, вызывающие чувство единства. Близость характеристик сочетаемых цветов действует объединяюще. Малый контраст по светлоте делает менее заметными членения поверхности и границы плоскостей, усложняет восприятие объемности формы.

Сочетание двух не дополнительных цветов при среднем и малом контрасте по цветовому тону имеет свои особенности. Например, сочетание светло-зеленого и синего вызывает чувство пассивности и холода; желтого и красного – радости; красного с золотым – торжественности, значимости; красного и синего – динамичности; красного и фиолетового – беспокойства; красного и желто-зеленого – активности; желтого и желтовато-зеленого – свежести; желтого и сине-зеленого – успокоенности.

Очень активно воспринимаются сочетания цветных тонов с ахроматическим (черно-серо-белым) тоном. Сочетание красного и черного воспринимается как угнетающее, мрачное, угрожающее; красного и серого – строго; красного и белого – дисгармонично; желтого и черного – броско; желтого и белого – вяло, мягко, неброско; синего и черного – мертвенно; синего и белого – прохладно, чисто; синего и серого – строго.

Чистый или насыщенный цвет выигрывает от соседства с тусклым, малонасыщенным или ахроматическим. Теплый цвет рядом с холодным кажется еще теплей. Холодный цвет в сопоставлении с более холодным теплеет, а с менее холодным становится еще холодней. Тяжелый рядом с легким тяжелеет, требует уравнивания, а, располагаясь над легким, вызывает впечатление тяжести и неустойчивости, под легким кажется устойчивым.

Цвет и свет. Свет и цвет нераздельны, сам интерьер – пространство, ограниченное освещенными цветными поверхностями и их свойства – цветовой тон, светлота, насыщенность, чистота, фактурность, психологическое воздействие цвета и интерьера в целом полностью зависят от освещения. Свет определяет восприятие цвета и цветосочетаний, но и цвет влияет на освещенность. Эстетические упущения в организации освещения могут зрительно деформировать или полностью разрушить архитектурную форму, исказить цветовое решение.

Основной естественный источник белого света – прямые солнечные лучи и атмосфера (диффузное освещение). Главная особенность белого света – непостоянство спектра и яркости.

Проходящие через окна прямые солнечные лучи создают в интерьере определенный психологический тонус, приподнятое, радостное настроение, разнообразят цветовую среду помещения, вызывают живописную игру оттенков, света и тени, яркие блики и цветные рефлексy. Вносят веселый беспорядок в цветовую гармонию и искажают в силу сильных световых контрастов восприятие соотношения цветов, образуют резкие светотени, чрезмерно подчеркивающие объемность предметов. Этот постоянно меняющийся, трудно управляемый мир зависит от движения солнца в течение светового дня по часам и минутам, времени года, географической широты, климатических особенностей погоды и мно-

жества причин. Рассеянный дневной свет имеет мягкий, спокойный характер, не утомляет зрение, не создает густых теней, выявляя подлинную форму пространства.

Главное преимущество искусственного белого света (от ламп накаливания и газоразрядных ламп) – стабильность его спектра и яркости, делающая устойчивым восприятие цветового решения интерьера. Недостаток ламп накаливания – преобладание в их спектре желтых лучей.

Обычно при свете ламп накаливания теплые цвета (красные, оранжевые, желтые) – светлеют; тепло-зеленые не изменяются; холодные (зеленые, голубые, синие и фиолетовые) – темнеют; темно-синие становятся трудноотличимы от черных, светло-желтые – от белых. Неразличимы также сочетания светло-желтого с белым, холодного зеленого с голубым. Сочетание желтого с голубым может выглядеть как сочетание желтого с зеленым.

Однако и само естественное освещение в разных условиях различно по спектральному составу и, следовательно, обладает различным оттенком белого цвета – у прямого солнечного света теплый оттенок, а у света, отраженного от северной полусферы неба, – холодный. Свет заходящего солнца – желто-оранжевый, а при определенном состоянии атмосферы огненно-красный. Это необходимо учитывать, подбирая цветовую гамму интерьера.

Мера освещенности – важнейший фактор восприятия интерьера. Впечатление парадности, праздничности, торжественной приподнятости создает освещенность в 150–200 лк. Освещенность в 20–30 лк при любом цветовом решении – угнетающая (как бы ни были прекрасны залы пещер, в темноте там неуютно).

На восприятие цвета очень сильно влияет положение локального светильника, создающего тени и массу градаций освещенности.

Первичный отражатель прямых солнечных лучей или рассеянного света – пол. Поэтому его цветовой тон, светлота, насыщенность и фактура активно воспринимаются, хорошо различимы, играют большую роль в общей освещенности помещения. Темный пол гасит избыток света, светлый – делает свет раздражающим или повышает освещенность при недостаточном ее уровне.

Цветной свет открывает возможности создания интересных цветовых эффектов, совершенно недоступных цвету материалов, пигментов и красящих составов. Назовем некоторые такие эффекты: яркая светоцветовая картина интерьера, воспринимаемая в вечернее время через прозрачный витраж извне, световые подцветки архитектурных форм, струй фонтанов, светоцветовое сопровождение при исполнении музыки, цветные блики и т.д.

Очень важная особенность света-цветоносителя – возможность вариантности при сохранении стабильности, динамической смены, в частности, по специально разработанному режиссерскому плану.

Связь цвета и формы. Выбор цвета для каждой формы, как уже говорилось, многосторонне обусловлен, но кроме этого, цвет может активно содействовать выявлению характерных особенностей формы, либо по необходимости цветом маскировать, изменять, иллюзорно исправлять форму. В частности, цветовое и световое решение интерьера может:

1. особенности и своеобразие пространственной структуры интерьера и его величину;
2. плоскостной или выпукло-вогнутый характер очертания стен, пола и покрытия;
3. степень объемности колонн, простенков, проемов, ниш, мебели и оборудования;
4. линейную форму карнизов, тяг, поручней, обрамлений проемов;
5. членение пространства, ограждающих поверхностей и объемных форм;
6. пластику и выразительность линий сопряжения стен с полом и потолком;
7. соучастие цвета каждой из плоских, линейных и объемных форм в выявлении особенностей пространства.

Цвет и линия. Интерьер полон длинномерных линейных элементов: это плинтусы, поручни, наличники, стыки облицовок, бордюры, переплеты и т.п., некоторые, как филенки

и рамки создаются одним только цветом. Многие из них обладают большой эстетической ценностью как самостоятельный элемент и как специфическое средство выражения различных свойств других форм. Таковы – элементы светильников (люстр, бра, торшеров), рисунок барьерных и лестничных поручней, усиленный чистым, насыщенным, сильно контрастным к окружению цветом, с неожиданными сочетаниями прямых и изогнутых, горизонтальных и наклонных линий, образующих энергичные изгибы и пересечения, – воплощение пространственной пластики, выраженной языком линий и обогащенной языком цвета. В этом смысле чрезвычайно характерны винтовые лестницы с их объемно-пространственным ритмическим характером, зубчатой или уступчатой линией торцов марша, веерообразным разворотом ступеней и спиралью поручней. Этот рисунок динамичен, и постоянно изменяется по мере движения человека.

В силу малой площади линейных элементов их цвет может быть очень активным, акцентным, большой насыщенности, контрастным по световому и цветовому тону. В композиционном отношении линейная форма, усиленная цветом во взаимодействии с тусклым фоном, может активно выявлять структуру пространства, фиксировать внимание на структурных элементах, формирующих интерьер, для направления зрительного движения членить поверхности подчеркивать ритм и масштаб. Выбор ее цвета определяется самим характером линейной формы, тем, что она выражает, ее значением в композиции.

Узкие, но ярко окрашенные выступы дверных коробок, обрамляющие полотна многочисленных дверей в коридорах, создают эффект цветовой новизны и подчеркивают ритм их размещения.

Весьма впечатляюще тонкие оконные переплеты из анодированного черного и золотистого металла в сочетании с большими нерасчлененными плоскостями полированного стекла. Тонкая цветовая или черная линия может использоваться для членения цвета. Черный контур хорошо подчеркивает очертание цветовых пятен, повышает их яркость и чистоту, отделяет один цвет от другого при их соприкосновении и одновременно облегчает их гармонизацию; препятствует взаимному контрастному окрашиванию; в роли контурной сетки придает композиции плоскостной характер; допускает любые сочетания цветов подобно витражу.

Выбирая цвет в соответствии с особенностями геометрического вида формы, в каждом конкретном случае нужно учитывать свойства материала, функцию и общее композиционное решение, отдавая предпочтение главному в данном случае фактору.

Так, поручень лестницы должен выглядеть теплым и гладким. Если он выполнен из дерева, его нельзя окрашивать в слишком насыщенные или несвойственные дереву цвета, скажем, в зеленый или синий.

Цвет в интерьере часто играет и серьезную функциональную роль. Например, ступени и особенно их кромки необходимо окрашивать в хорошо различимые цвета, чтобы пользующиеся лестницей люди не спотыкались. Цвет плинтусов и цоколей должен быть обязательно увязан с цветом пола и т. п.

Цвет поверхности

С помощью цвета можно придавать интерьеру необходимый визуальный объем. Кроме того, современный интерьер во многом опирается на форму и цвет предметов, находящихся в нем. В свою очередь, цветовой тон, свойства цвета, его возможности могут создавать оригинальную атмосферу и управлять формой как самого помещения, так и предметов находящихся в нем. Для удобства организации света в жилище или офисе, все колористические решения и контрастные сочетания необходимо учесть еще при проектировании интерьера.

Для выявления формы плоскостной поверхности ее можно выделить одноцветной равномерной окраской в пределах ее границ, контрастом к прилегающим поверхностям, интенсивным цветным контуром. Можно также многими способами членить их поверхность, иллюзорно изменяя этим их вид. Блестящая фактура цветовой плоскости из-за бликов и зеркального отражения света искажает саму плоскость и восприятие ее цвета. Растяжка

цветового тона по ширине или по высоте плоскости, сгущение или разряжение цвета также деформируют плоскость в горизонтальном или вертикальном направлениях, «утяжеляют» или «облегчают» ее, придают ей динамичный характер.

В современном интерьере с усложненным «переливающимся» пространством, перепадом уровней и высот форма ограждающих поверхностей имеет сложное, многоугольное, динамичное очертание в противоположность традиционной статичной форме прямоугольника или квадрата.

Характер усложненной формы и геометрическую четкость ее границ можно подчеркнуть приданием ей фактурного насыщенного цветового тона, большим контрастом между плоскостями стены, пола и потолка или, наоборот, ослабить, «размыть» бесфактурным независимым цветом или отсутствием контраста между смежными плоскостями.

При всем многообразии членений стен и потолков (проемами, нишами, выступами, встроенным оборудованием, швами отделки), их можно сгруппировать в несколько типов:

Гладкие нерасчлененные одноцветные поверхности создаются обычно в небольших помещениях. Все швы обязательно маскируются.

Полы с полосами, направляющими движение, членят пространство на отдельные функциональные зоны или подчеркивают его глубинность.

Полы орнаментальные предполагают особую декоративность.

Полы со свободным рисунком делают интерьер оригинальным, необычным.

Ограждающие поверхности могут члениться и только цветом. В табл. 2 показана зависимость восприятия плоскостной формы от линейных членений цветом.

Вообще способов зрительной деформации плоскости известно больше, чем приемов ее сохранения. Цветовая целостность или расчлененность стен, потолков и полов определяют ощущение масштаба пространства и его величины. Так, крупнофигурный броский по цвету или светлоте рисунок пола зрительно уменьшает плоскость пола и все пространство вообще. Монохромная, светлая, мелкофактурная окраска, напротив, увеличивает пространство.

Вес, насыщенность, фактурность цветов создают впечатление легкости или тяжести, иллюзорно меняют размеры поверхности. Из двух равных по площади плоскостей светлая будет восприниматься в своих действительных размерах, очень темная будет казаться меньше их. Так, темный насыщенный и фактурный цвет зрительно «утяжеляет» плоскость, делает ее меньше.

Большие цветовые плоскости – стены, пол, потолок, должны быть малонасыщенными по цвету, так как они активно воспринимаются и постоянно находятся в поле зрения. Чаще всего цвет стен служит фоном для предметов, наполняющих помещение, и поэтому он должен отступать. Относительная цветовая нейтральность фона хорошо сочетается с самыми различными цветами вещной среды, подчеркивает композиционную значимость предметов обстановки (мебели, декоративных, драпировочных и; обивочных тканей, картин, статуй и т.д.). Этому служит цвет стен, дополнительный к цвету предметов, роль которых в помещении доминирует. Вспомогательные же поверхности (опоры, окна и двери, мебель и оборудование, ткани, перегородки) желательно окрашивать в выступающие, поверхностные, фактурные, средне-насыщенные цвета. Соотношение площадей всех цветов должно сохранять выразительность каждого из них в отдельности и целостность всех вместе. Чем больше цвет отличается по чистоте, яркости и насыщенности от остальных цветов, тем меньше должна быть его площадь.

Пространственные свойства цвета позволяют зрительно фиксировать положение плоскости в пространстве или иллюзорно его изменять. При этом меняется и представление о форме и величине пространства (табл. 3 и 4).

Таблица 1. Схема пространства Характеристика цветов Особенности зрительного восприятия пространства

I Любые цветовые тона средней насыщенности и светлоты с хорошо различимой фактурой поверхности. Форма и величина пространства воспринимаются как подлинны, Ощущение неустойчивости пола.

II Отступающие, независимые, холодные, преимущественно светлых оттенков мало насыщенные, неброские, легкие, мелкофактурные (светло-голубой, синий, зеленый, голубо-зеленый, белый и серый) Форма воспринимается как подлинная. Иллюзия расширения пространства. Ощущение неустойчивости пола.

III Выступающие, поверхностные, теплые, насыщенные, интенсивные, броские, плотные, тяжелые, фактурные (темно-красный, красно-коричневый, оранжевый, желтый, черный). Форма воспринимается как подлинная. Иллюзия сужения пространства, Ощущение замкнутости, цельности, явно ощутимого ограничения. Неопределенность основания.

IV Выступающие цвета стен, отступающий – потолка, локальный - пола (п. I). Ощущение ограничения пространства по глубине и ширине, замкнутости. Иллюзия увеличения высоты.

V Отступающие цвета стен, выступающие – пола и потолка. Ощущение понижения высоты помещения, но расширения его по ширине и глубине.

VI Отступающие цвета стен и потолка, выступающий – пола. Форма воспринимается как подлинная. Ощущение устойчивости пола, раскрытая, расширения и легкости пространства.

VII Выступающие цвета фронтальной стены, пола и потолка, отступающие – боковых стен. Ощущение изменения формы, ограничения пространства по высоте и глубине, его понижения, расширения.

VIII Выступающий цвет фронтальной стены, локальные (п. I) – боковых стен и пола, отступающий – потолка. Изменение формы. Ощущение сокращения глубины, фронтальный характер пространства, значимость фронтальной плоскости.

IX Выступающие цвета боковых стен, локальные (п. I) – пола и потолка, отступающий – фронтальной стены. Ощущение изменения формы, глубинность, ограничение пространства по ширине и раскрытие в глубину.

X Выступающий цвет боковой стены, отступающий – остальных стен, локальные (п. I) – пола и потолка. Ощущение деформации пространства, одностороннего ограничения и раскрытия пространства вглубь и в одну сторону, нарушение равновесия и цельности.

XI Облицовка зеркалами стен и потолка, локальный ИЛИ выступающий цвет пола. Эффект «отсутствия» ограждающих поверхностей.

Таблица 2. Схема пространства Характеристика цветных членений Особенности зрительного восприятия пространства

I Все стены (не на полную высоту) и пол окрашены в выступающие цвета, потолок и верхняя часть стен – в отступающие. Изменение пропорций, иллюзорное понижение высоты и расширение пространства вследствие изменения соотношения высоты и ширины.

II Стена окрашена в отступающий цвет, пол – в локальный (любые цветовые тона средней насыщенности и светлоты с хорошо различимой фактурой), потолок и верх стен – в выступающий. Ощущение давящей тяжести сверху и раскрытие в стороны.

III Произвольное членение плоскости выступающими, отступающими и локальными цветами вне связи с подлинным очертанием плоскостей. Полная деформация пространства, невозможность уяснить его подлинную форму.

IV Пол и нижняя часть стен окрашены в выступающие цвета; стены и потолок – в отступающие. Изменение пропорций, расширение и легкость пространства, ощущение надежности пола, зрительное увеличение его площади.

V Вертикальные, линейные элементы и пол окрашены в выступающие цвета, стены и потолок – в отступающие или локальные. Выявление глубинности пространства, ритм членения приобретает в пространстве ведущее значение.

VI Полосы на потолке и полу, стены выполнены в выступающем цвете, пол в локальном (п. II), потолок – в отступающем. Иллюзорное ощущение замкнутости пространства, увеличение высоты.

VII Линейные элементы выражены в выступающем цвете, пол и потолок – в локальном, торцевая стена в отступающем. Ощущение глубинности пространства, направленности зрительного движения.

Цвет в пространстве

Обычно размещение цветов, прежде всего, подчиняют логике пространственной структуры интерьера. В зависимости от соотношения размеров и главной оси движения форма может восприниматься как статичная или как динамичная и, соответственно этому, как центрическая, фронтальная или глубинная. В статичном пространстве – насыщенный, плотный, фактурный, теплый цвет на всю высоту стены, единый цветовой фриз утвердят значение стены, подчеркнут своей непрерывностью и протяженностью замкнутость, изолированность пространства.

Цвет позволяет выразить идею целостности и нерасчлененности «текучего пространства» общей одноцветной плоскостью стен либо пола или потолка. Пронизывая прозрачные плоскости остекленных перегородок, цвет ограждающей поверхности объединяет смежные помещения и внутреннее пространство с внешним.

Для связи интерьера с экстерьером, создания ощущения незамкнутости внутреннего пространства его замыкают, стенами, в том числе, и их цветом, с одной или нескольких сторон, а остальные застекляют по всей высоте. В вестибюли и холлы через остекление вводят необычные для интерьера цветонесители – наружное замощение, газоны и даже кустарник. Стены выполняют из кирпича в «пустошовку» или бутовой кладкой камня грубого окола.

Выше рассматривалось отдельное замкнутое помещение. Значительно шире возможности цвета в многокомнатном здании, там при переходе же из одного пространства в другое происходит разрыв в цветовых впечатлениях, они накапливаются, и синтезируются в сознании последовательно, по мере движения.

Продуманным размещением в сложном пространстве здания цветовых акцентов и интервалов между ними можно:

1. сделать наглядной и ясной структуру пространства, его пластику, масштаб, пропорции, ритм построения, облегчить зрительное восприятие интерьера;
2. объединить в единое целое разнообразные элементы пространства, выявить их связи;
3. совмещением цветовых и пространственных акцентов подчеркнуть значение главного пространства – ядра композиции и соподчиненность ему других пространств, создать динамику движения к центру, установить последовательность восприятия пространства;
4. выявить структурные узлы – горизонтальные и вертикальные коммуникации, коридоры, переходы, холлы, лестницы;
5. придать черты индивидуальности безликой однообразной протяженности коридорной коммуникации, изменить представление о ее действительных размерах, зафиксировать пересечение глубинных осей, места поворота движения;
6. сконцентрировать внимание на эффектных ракурсах, характерных узлах.
7. иллюзорно устранить назойливые архитектурные детали, придать пластическую выразительность объемно-пространственной форме;
8. усилить впечатление замкнутости или раскрытия пространства, подчеркнуть его симметричность или асимметрию, динамизм или статичность, выявить центричность, фронтальность или глубинность композиции;
9. расчленить единое пространство на функционально обособленные или смысловые зоны;

10. организовать графики движения, усилить ощущение главной композиционной оси, обеспечить нарастание эмоционального напряжения от периферии к смысловому центру.

С помощью цвета ритмическое разворачивание пространства или контрастная смена пространственных впечатлений получает цветовое подтверждение и подчеркивается светом.

Цвет и форма. Широки возможности цвета и в воздействии на восприятие форм внутри интерьера – строительных элементов, колонн, оборудования, мебели и т.п. Цвет позволяет: выявить геометрический вид, величину и четкость восприятия формы. Он также может расчленить форму, подчеркнуть в ней главное и ослабить второстепенное. Кроме того, цвет иллюзорно изменяет представление о геометрическом виде и величине формы. Он может подчинить форму пространству или пространство форме, объединить формы или расчленить их на родственные группы, установить соподчиненность между ними. С помощью цвета можно выделить одну форму из массы других, придать ей значимость либо, наоборот, растворить. Цвет содействует с помощью целенаправленной группировки форм выявлению особенностей пространства, обеспечивает цветопредметную целостность интерьера, гармонизирует по этому критерию его среду. К примеру: оконные и дверные откосы, ниши и проемы, окрашенные в один цвет со стеной, усиливают впечатление ее толщины, объемности и материальности. Окрашенные намного светлей стены, они лишают ее монументальности, превращают в подобие ширмы, в лучшем случае зрительно облегчают.

Цветоносители. При реализации цветового решения интерьера, автором воплощается не просто абстрактный цвет, а его выражение в форме конкретного материала, и лучшие из них – природные материалы. Цветовые тона природных материалов гармоничны, богаты и мягки по оттенкам, красивы по рисунку строения, многообразны по фактуре. Особая трепетная жизнь цветного просвечивающегося мрамора и его узорчатое многоцветье, причудливая слоистость и теплота древесины, цветовое многообразие керамики, мягкое свечение цветных витражей, матовая белизна фарфора, мерцание мозаичной смальты – все это неисчерпаемые источники цветовых ощущений.

Цветосочетания, неудачные при окраске, иногда приобретают высокое эстетическое звучание в композициях из природных материалов. Так, широко известно благородное сочетание зеленого малахита с желтой бронзой. Своеобразны по цвету некоторые металлы, и хотя их цветовая гамма невелика, ее вполне можно применять при решении интерьера. Так, желтый цвет золота и латуни отличается от желтого цвета других материалов. Неповторимы белый или сероватый цвет серебра, алюминия и цинка, красноватый цвет меди. Опыт показывает, что если колористическое решение интерьера основывается на цвете природных материалов в сочетании с одним основным цветом (в народной архитектуре чаще всего – белым), колористическая ошибка практически исключена.

Такой традиционный материал, как бумажные обои с мелкой сетчатой фактурой, при хорошем качестве изготовления создают поверхности красивых бархатных пастельных цветовых тонов. Богатой палитрой обладает облицовочный кирпич и керамическая плитка.

Цветовые тона, получаемые с помощью красящих составов, также имеют свои преимущества. Так, они предполагают очень большое количество оттенков и способов их разнообразия. Кроме того, красящие составы удобны, экономичны. Однако степень выразительности цветов красителей настолько значительна, что требует очень осторожного к себе отношения.

Материал и его цвет

Между ними есть глубокая внутренняя связь. Цвет таких матовых, шероховатых, крупнозернистых с четко различимой фактурой поверхностей, как кирпич, штукатурка, клеевая окраска, сукно, воспринимается плотным и материальным. Они наилучшим образом соответствуют теплым – коричневым, красным, оранжевым, желтым, малонасыщенным светлым и особенно белым, поверхностным, выступающим цветам, которые активно выявля-

ют фактурность этой поверхности. Холодные оттенки – зеленые, голубые, синие – на гладких поверхностях с мелкозернистой трудно различимой глянцевой фактурой, выглядят менее материальными, воздушными, плоскими, расположенными на неопределенном расстоянии. Это цвета – отступающие, независимые, маскирующие природу материала.

В особо декоративных породах камня – мраморах, гранитах, лабрадоритах, габбро – только зеркальная полировка полностью выявляет их природную структуру и цвет. Особая декоративность и красота колорита армянских туфов проявляется при матовой фактуре поверхности. Красота и причудливость рисунков и колорита таких ценных пород дерева, как орех, карельская береза, чинара, карагач, красное дерево, ильм и другие, обнаруживаются в различных срезах только под прозрачным покрытием, не искажающим природного цвета материала.

И наоборот, грубо невежественной и уродливой выглядит подкраска старой бронзы масляной краской, отделка чугунных капителей золотой масляной бронзой, окраска облицовочного кирпича в голубой цвет или кладки из гранитного бута – в розовый, настилка пола линолеумом имитирующей внешний вид мрамора, но не его твердость и др.

Цвет и функция. Обеспечение оптимальной цветосветовой среды предполагает достаточно широкие границы для творческой свободы дизайнера. Основные цветовые тона стен и потолка должны находиться в пределах средневолновой части спектра (синевато-зеленые, голубовато-зеленые, зеленые, зеленовато-желтые, зеленовато-коричневые, желтые, золотисто-коричневые). Для потолка желателен белый цвет. Для полов применяются, наряду с основными, также и вспомогательные цвета, лежащие в пределах более широкого диапазона, включающего группу красно-золотистых и синих цветов. Для мебели и оборудования в дополнение к основным и вспомогательным на площади, не превышающей 10%, допускаются акцентные цвета полного спектра, кроме пурпурных и фиолетовых.

Однако нужно обратить внимание на то, чтобы цвет не противоречил, а помогал реализовать функцию предмета. Синий водопроводный кран горячей воды – не просто неудачный парадокс, это ложная информация, которая угрожает неприятностью – можно невольно обжечься. На лестничных ступенях темно-синего цвета легко оступиться, так как у них проступь и подступенок неразличимы. При всей красоте окраски красно-оранжевый холодильник хуже, чем белый, отражает тепловые лучи, противоречит назначению и прочно сложившемуся представлению о предмете, о холоде, о требованиях гигиены.

Гармония цветов в интерьере. В интерьере цвета выступают неразрывно, в реальном сочетании и воплощении. Самые привлекательные и красивые сочетания принято называть гармоничными. Возможности гармоничных сочетаний цветных элементов интерьера неисчерпаемы. Они могут быть простыми или сложными, но, тем не менее, их многообразие сведено к двум типичным группам – контрастным и нюансным гармониям.

Контрастные гармонии. Им свойственны большая мера различения цветов, подчеркивание несходства их по всему диапазону свойств, отсутствие общей тональности и разнообразие цветовой гаммы, единство взаимно дополняющих друг друга противоположностей, усиление качества каждого цвета в силу соседства с другими, динамизм и активность. В таком противопоставлении возрастает выразительность и иллюзорная чистота цветов. Однако именно в силу этой особенности такое сочетание неприменимо на больших плоскостях, как слишком активное, резкое. Здесь желательны сочетания дополнительных малонасыщенных цветов. Часто приходится в дополнение к сильно насыщенному цвету отыскивать парный малонасыщенный, разбеленный или затемненный. Их площади должны быть примерно обратно пропорциональны их насыщенностям. Такие пары очень популярны в интерьере. Распространены контрастные сочетания разнонасыщенных и разных по площади дополнительных или близких к ним цветов: коричневого с синим, коричневого с голубым, коричневого с зеленым, пурпурного с зеленым, оранжевого с синим, фиолетового с желтым.

Нюансные гармонии основаны на сочетании цветов, близко расположенных в цветовом круге и часто воспринимаемых как разные оттенки одного цвета. Отличаются общей то-

нальностью, при которой объединение происходит на основе общности или близости цветовых тонов. Им свойственно:

- выявление сходства сочетаемых цветов по всем их свойствам;
- впечатление размытости границ, обусловленное характером сопоставления цветов;
- общая тональность и однообразие цветовой гаммы, объединенное суммированное воздействие особенностей каждого из сочетаемых цветов;
- целостность, сдержанность сочетаний.

Среди нюансных гармоний самыми распространенными являются сочетания светлых и малонасыщенных цветов, они ненавязчивы, спокойны, создают впечатление света, простора и целостности. На фоне нюансной гармонии стен, пола, потолка очень хорошо выглядит небольшой предмет акцентного цвета.

О художественном образе интерьера

Архитектура, проектирование интерьера – не изобразительное искусство, это более родственно музыке, так как эмоционально воздействует на человека через ассоциации и образные представления. В развитом пространстве цвет, подчиняясь форме, иллюстрирует ее, совпадая с формой, создает синхронность, созвучность воздействия, а иногда умышленно разрушает форму, исполняя сольную партию, переставляет акценты, вносит в интерьер неожиданные ноты, яркие образы, ликующие краски, но всегда беспрекословно подчиняется общей гармонической теме.

Цветовые ассоциации на характерные тона разобраны в отдельной статье. Так, с синим цветом ассоциируются, например, прочные и специфические ощущения воздуха, жидкости, дали и глубины, воспоминания об окрашенных в этот же цвет предметах природы – воде, небе, отдаленных предметах; коричневый цвет – земной, зеленый напоминает о растениях. Однако цветовое решение интерьера способно не только усиливать образные ассоциации, порождаемые архитектурной формой, но и само самостоятельно может породить такие ассоциации, во многом определять образную характеристику помещения. В этом случае она выступает в своей самой главной роли, как выразитель сложного мира чувств и переживаний, символ идей.

Заключение

В специальной светотехнической литературе в последние годы всё больше внимания уделяется свету как одному из элементов среды (environment). При этом сравнительно немного литературы о роли света в архитектуре интерьера. Богатый материал, который даёт в руки архитектора и дизайнера современная светотехника, ещё не используется ими в достаточной мере, по крайней мере, на практике. Свет в такой же мере строительный материал, как камень, кирпич и другие компоненты конструкций зданий, строений, поскольку они воспринимаются только благодаря свету. Поэтому свет – это один из важнейших факторов проектирования. На сегодняшний момент развитие источников света, осветительных приборов и систем управления освещением достигло такого уровня, когда искусственный свет для определения функции интерьера и его формы играет большую роль, чем естественный.

Используемые источники

1. Архитектурная физика: учеб. для вузов: Спец. «Архитектура»/ В.К.
2. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В.
3. Оболенского. – М.: Стройиздат, 2001. – 448 с.:ил.
2. Гусев, Н. М.. Естественное освещение зданий / Н.М. Гусев. - М.,
4. Стройиздат., 1961. – 204 с.
5. Епанешников, М. М. Электрическое освещение: учебное пособие
6. /М.М. Епанешников. - М.:Л., 1962. – 336 с.
7. Справочная книга по светотехнике, [т. 2 Основы светотехники и
8. осветительные установки], М., 1958;
9. Тищенко, Г.А. Осветительные установки: Учебник для учащихся
10. техникумов/ Г.А. Тищенко. - М.: Высшая школа, 1984. - 247с.
- 11.<http://xreferat.ru>
- 12.<http://www.happylight.ru>
- 13.<http://www.tehdizain.ru>
- 14.<http://edu.dvgups.ru>
- 15.<http://www.gafa.ru>