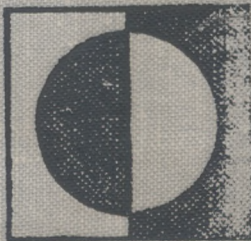


УЧЕБНИК
О ЦВЕТАХ

Г.ЦОЙГНЕР



Герхард Цойгнер

УЧЕНИЕ О ЦВЕТЕ

(популярный очерк)

Сокращенный перевод
с немецкого доцента
Э. Н. Зеликиной

Научный редактор
канд. арх. Г. Г. Борис



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
МОСКВА — 1971

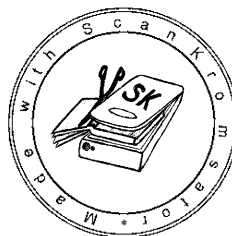
УДК 72.017.4+535.6

GERHARD ZEUGNER

FARBENLEHRE FÜR MALER

VEB VERLAG FÜR BAUWESEN, B E R L I N 1963

3—2—1
ТП. 69—141



Scan AAW

Предисловие

Зрение во всей системе органов чувств человека занимает доминирующее положение. Установлено, что на органы зрения приходится до 90% всей получаемой человеком внешней информации. Глаза как бы ответственны за 75—90% целенаправленных его действий. Если учесть еще тот факт, что система зрения, восприятие света и цвета самым существенным образом влияют на функционирование других органов чувств и психическую деятельность человека, можно понять, как важно знать основы цветоведения для правильного, научно обоснованного и эстетически полноценного использования цвета в решении окружающей нас среды.

Влияние цвета на формирование среды огромно и разносторонне. Его рассматривают в физиологическом, психологическом, гигиеническом, организационном, эстетическом и других аспектах. Во всех этих направлениях и свет, и цвет проявляются в архитектуре различных зданий и сооружений. Становится все более ясным, что цветовое решение любого здания, сооружения или комплекса, вновь строящихся или реконструируемых, является органической частью общего их архитектурного решения. Причем известно, что цвет является в одно и то же время одним из важных средств архитектурно-художественной композиции и мощным фактором, заметно влияющим на восприятие человеком внешней среды. Следовательно, задача состоит в том, чтобы при использовании цвета учитывать достижения современной науки, техники и искусства и на основе этого обеспечить комплексное удовлетворение функциональных, технико-экономических и эстетических требований.

Вопросы целенаправленного использования цвета все в большей степени интересуют не только специалистов в области архитектуры и строительства, но и широкий круг людей — представителей самых различных специальностей. На них и рассчитана настоящая книга, знакомящая с основами науки о цвете — цветоведением.

Книгу Герхарда Цойгнера «Учение о цвете» не следует рассматривать как исследование новых проблем цветоведения. В ней в конспективной и популярной форме последовательно излагаются вопросы истории создания науки о цвете, природа света и цвета, физические, психофизиоло-

гические и эстетические основы восприятия света и цвета человеком. На основе оценки многообразных факторов и изложенных закономерностей автор дает некоторые рекомендации по практическому их использованию в архитектуре жилых, общественных и промышленных зданий. Многие теоретические положения хорошо раскрыты оригинальными и тщательно подобранными и выполненными иллюстрациями.

Следует сразу же отметить, что в изложении материала наблюдается некоторый схематизм и неточности, а поставленные проблемы в ряде случаев рассматриваются не с достаточной полнотой. В историческом обзоре развития учения о цвете, например, игнорирован вклад русской и советской науки в эту область. А между тем всем известно, что гениальный русский ученый М. В. Ломоносов впервые высказал мысль о трехцветной основе зрения и заложил основы науки цветоведения. Неоценима роль в создании электрических источников света выдающихся русских ученых — академика В. В. Петрова, академика С. И. Вавилова и талантливых изобретателей П. Н. Яблочкова, А. Н. Лодыгина и В. Н. Чиколева, в области психофизиологии зрения — виднейшего советского ученого С. В. Кравкова.

В книге сделана попытка систематизированно изложить учение о цвете во всем его многообразии и взаимосвязи физической, физиологической, гигиенической, эстетической и других сторон. Однако изложение основ учения о цвете и, особенно, рекомендаций практического использования этого учения в ряде случаев носит излишне декларативный характер, а некоторые положения разделов о воздействии цвета на человека чрезмерно субъективны.

Вместе с тем книга содержит много полезного и интересного материала для читателей, занимающихся проблемой использования света и цвета для оптимизации условий жизнедеятельности человека.

Интересен и чрезвычайно полезен для наших специалистов материал, в котором излагаются принципы систематизации и опыт стандартизации цвета в ГДР. Он может быть по достоинству оценен и использован в работе, которую предстоит еще выполнить в этом направлении нашим соответствующим научным учреждениям.

Если физиолого-гигиеническая сторона свето-цветового решения разработана отечественными и зарубежными специалистами в наибольшей степени и в этой области есть ряд обоснованных рекомендаций, то иначе обстоит дело с эстетической стороной вопроса. Здесь свет и цвет как важнейшие средства архитектурно-художественной композиции остаются пока мало изученными. Большое внимание уделяет автор и этому вопросу, хотя в полной мере и не восполняет существующего в этой области пробела.

В отечественной практике разработка проблемы света и цвета в архитектуре идет по линии специализации. Особенно хорошо сейчас понято всеми значение цвета и света в организации производственной сре-

ды. В связи с этим вопросы решения производственных интерьеров получили наибольшее развитие. Теоретические предпосылки для этого заложены трудами советских ученых С. В. Кравковым, Н. М. Гусевым, Е. Б. Рабкиным и общеизвестными работами по цветоведению советских авторов С. С. Алексеева, Б. М. Теплова и П. А. Шеварёва, Н. Д. Ньюберга, Н. Г. Рудина и других. Методика решения практических задач с учетом специфических особенностей производства частично разработана и продолжает разрабатываться Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом промышленных зданий и сооружений, лабораторией светотехники Института строительной физики, Московским архитектурным институтом, Всесоюзным научно-исследовательским институтом технической эстетики и др. Ряд проектных институтов, и в первую очередь Промстройпроект, Гидропроект, а также Московское специальное художественно-конструкторское бюро выполнили и осуществили в натуре многие проекты комплексного решения освещения и цветовой отделки интерьеров для вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий на научной основе и на высоком художественном уровне.

Зарубежный опыт активного и направленного использования закономерностей восприятия цвета в архитектуре и деятельности человека представлен переведенными на русский язык и изданными издательством литературы по строительству книгами В. Кёлера и Л. Лукхардта «Свет в архитектуре» и М. Дерибере «Цвет в деятельности человека». Этой же цели служит и предлагаемая книга Цойгнера.

При издании было сочтено целесообразным несколько сократить текст главным образом за счет некоторых повторений и общих мест. С целью сохранения общего колорита оригинала книги в ней оставлены авторские формулировки и определения.

Г. Борис

1. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР УЧЕНИЯ О ЦВЕТЕ

Рассматривая историческое развитие учения о цвете, можно выделить три основных периода, которые отличаются различным толкованием природы цвета. Первый характеризуется отсутствием точного научного подхода к явлениям природы; второй — период научного познания различных частных областей и, наконец, третий — период создания научных систем.

При первом знакомстве с учением о цвете кажется странным, что на его развитие столь малое влияние оказали художники. Но исторический обзор этого учения показывает, насколько тесно проблема цвета связана с вопросами света, зрения и с областью эмоциональных переживаний человека.

Изучением этих вопросов в свое время занималась философия и лишь позднее — естественные и технические науки.

В эпоху античности и средневековья уже были достигнуты значительные успехи в области использования цвета. Объясняется это главным образом тонким чувством цвета; о природе же цвета в те времена имелись лишь весьма смутные представления.

Лишь Исаак Ньютон положил конец этому, с нашей точки зрения, донаучному периоду в истории развития учения о цвете и создал фундамент для этого учения, основанный на законах естествознания. Этот первый шаг, конечно, не мог помешать тому, что и в последующее время еще часто встречались ненаучные представления о цвете.

В учении о цвете переплетаются философские, эстетические и естественно-научные проблемы. Весьма затрудняет изучение вопросов цвета тот факт, что все эти науки имеют разные способы рассмотрения явлений, разные методы исследования и, наконец, разную терминологию.

Третий, современный период (начиная с Вильгельма Оствальда) характеризуется развитием всеобъемлющей теории, усовершенствованием колориметрии (измерения цветов), систематизацией цветов, а также накоплением значительного опыта в области цветового оформления пространства. Это создает возможность научно обоснованного, целена-

правленного применения цвета во всех тех областях, где есть потребность в цветовом оформлении.

В данной работе не ставится задача дать исчерпывающее изложение всех существующих систем и теорий цветоведения.

1.1. В античной Греции уже знали о существовании связи между светом и цветом

Первые теоретические труды о природе и сущности цвета мы находим в античной Греции. На высказываниях древних мыслителей отразились философские взгляды и общее миропонимание греков. Точное изучение законов природы еще отсутствует.

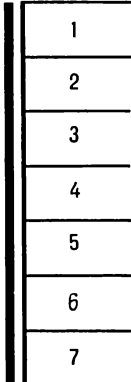
В учении о цвете древние ученые противопоставляли свет и тьму, белое и черное. Они безусловно замечали, что между этими крайними полюсами заключены все цвета, но характер этого явления они не формулировали достаточно точно, хотя Аристотель совершенно ясно говорил, что здесь речь идет не о простом смешении. Большое значение Аристотель придавал «прозрачному», т. е. среде между глазом и предметом.

Греческие мыслители по-разному объясняли природу зрения. Демокрит предполагал наличие атомов, исходящих от предмета и вызывающих в глазу их образы. Эвклид полагал, что из глаза исходят «зрительные лучи», которые протягиваются к телам внешнего мира и как бы ощупывают их и таким образом вызывают зрительные ощущения.

1.2. Ньютон разлагает свет

Исаак Ньютон первым научно объяснил природу цветных полос, получающихся при разложении солнечного света оптической призмой. Он считал, что белый солнечный свет есть сумма световых лучей, обладающих различной силой преломления. Каждый такой световой луч вызывает присущее только ему цветное впечатление. При прохождении белого света через стеклянные призмы он разлагается на простые цветные лучи. При прохождении через собирающую линзу разложенные призмой цветные лучи собираются и опять образуют белый свет. Наконец, пропустив цветные лучи через вторую призму, Ньютон нашел, что они далее не разлагаются.

Ньютон был первым, кто расположил цвета



1	Красный
2	Оранжевый
3	Желтый
4	Зеленый
5	Синий
6	Индиго
7	Фиолетовый

Рис. 1. Ньютон различает в спектре семь цветов

спектра в форме круга. Он различал в спектре семь областей (рис. 1) аналогично семи ступеням октавы. Терминология, употреблявшаяся Ньютоном для обозначения явлений цвета, была очень точной. Он говорил, например, не о красных или зеленых лучах, а о световых лучах, которые вызывают ощущение красного или зеленого цвета.

Открытия Ньютона впервые привели к правильному представлению о физической природе цвета. Учение его имело множество противников, так как оно противоречило представлениям и взглядам того времени. Одним из самых непримиримых противников теории Ньютона был Гёте¹. Полемика с Ньютоном занимает большое место в «Учении о цвете» Гёте.

1.3 Гёте дает описание воздействия цвета на человека

К наиболее интересным, но вызывавшим даже в прошлом много споров работам принадлежит «Учение о цвете» Гёте (1810 г.). Гёте рассматривает все явления, связанные с цветом, исключительно с позиций воздействия цвета на человека. При этом он различает воздействие цвета на организм человека (физиологическое воздействие) и воздействие на внутренний мир (психологическое воздействие).

Главное место в его учении занимает рассмотрение «эмоционально-нравственного воздействия цвета». Гёте называл цвет «продуктом света, продуктом, вызывающим эмоции». Он правильно считал, что свет — цвет — эмоция являются звеньями одной цепи, находящимися в причинной связи. Он внимательно изучал воздействие различных цветовых впечатлений на психику человека и первым изложил их в виде четкой системы.

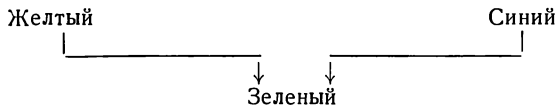
При рассмотрении предмета через призму Гёте пришел к выводу, который стал основой его теории и системы. Он заметил цветные полосы на границе областей светлого и темного. Великолепие спектральных цветов проявлялось, следовательно (по мнению Гёте), исключительно при противопоставлении света и тьмы. Наличие двух противоположных полюсов — это существенная характеристика цветов в самых различных их проявлениях. Желтый цвет и граничащие с ним области родственны свету. Синий и соседние с ним цвета Гёте относил к «царству тьмы».

Здесь взгляды Гёте перекликаются с древнегреческими теориями возникновения цвета. Желтый и синий он считал первичными цветами, возникшими из противоположности «светло — темно» (цветной рис. 1). При удалении призмы от рассматриваемого предмета желтая по-

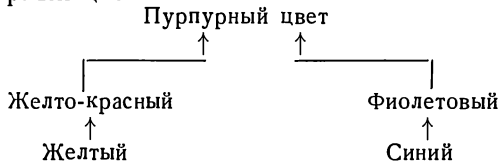
¹ Иоган Вольфганг Гёте, 1749—1832 гг.— гениальный немецкий поэт, гуманист и ученый, автор известного труда «Учение о цвете». (*Прим ред.*)

лоса расширяется, и становится заметным деление ее на желтую и красную полосы. Синяя полоса распадается на синюю и фиолетовую (цветной рис. 2). Поэтому красный цвет Гёте считал усилением желтого, а фиолетовый — синего. Эти взгляды подкреплялись наблюдениями над природой. В пасмурную погоду он замечал, как цвет заходящего солнца переходит от желтого к красному. Эти два цвета Гёте называл солнечными, теплыми, активными.

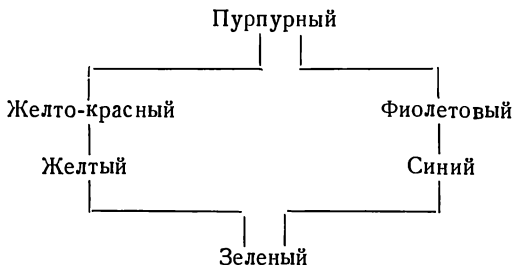
Синий и фиолетовый он определял как холодные, пассивные цвета ночи. Зеленый цвет, по его мнению, получается путем простого смешения дополнительных цветов — желтого и синего.



Дальнейшее усиление красного (желто-красный) и фиолетового, якобы, дает пурпурный цвет.



Гёте также заметил, что после длительного восприятия какого-либо одного цвета в нашем глазу вызывается дополнительный цвет в виде последовательного образа. В отличие от своих современников, которые видели в этом болезненное отклонение зрения, он объяснял последовательный образ естественной реакцией организма на полученное раздражение. Вывод, сделанный Гёте из этого явления, не вызывает никаких возражений: если в поле зрения будет находиться дополнительный цвет, то постоянно будет происходить разрядка и глаз будет отдыхать. Таким образом, создается равновесие, гармония. Поскольку это равновесие достигалось при помощи дополнительных цветов, Гёте называет его гар-



моничным. Гёте располагает цвета по кругу согласно своей гипотезе о возникновении цветов.

Мы находим у него также указания на эстетическое воздействие различных цветовых сочетаний, вытекающих из принятого им цветового круга (рис. 2).

Он называет сочетание противоположных в круге (расположенных друг против друга) цветов гармоничным, сочетание чужеродных (отдаленных соседних цветов) — характерным и, наконец, сочетание родственных (соседних) цветов — негармоничным.

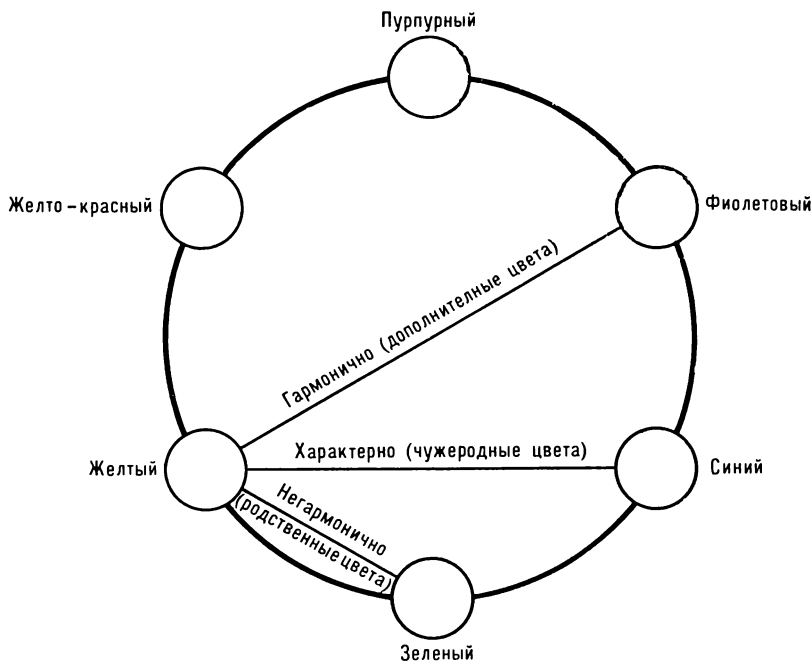


Рис. 2. Предлагаемая Гёте схема получения различных сочетаний цветов

Критика Гёте закономерностей, открытых Ньютоном, лишена всякой научной доказательности. Она базируется на ошибочном предположении, что смешение спектральных цветов должно давать такие же результаты, как и смешение пигментов.

Закономерности, открытые ученым-физиком в результате тщательных измерений, глубокого знания предмета и многочисленных опытов, были недоступны пониманию Гёте. Он многое объяснял, основываясь на своих философских воззрениях, а не рассматривая цвет глазами физика. Этим объясняется то, что некоторые позиции его учения о цвете находятся в противоречии с наукой. Правильные положения, ка-

сающиеся психологического воздействия цвета на человека, уживаются в его учении с неверными представлениями о физической природе цвета. Гёте прав, когда утверждает, что белый цвет воспринимается как единое целое. Однако его утверждения, что белый свет неразложим, неверно.

Эти ошибки и послужили главным образом причиной того, что некоторые известные исследователи природы цвета (например, Оствальд) впоследствии считали учение Гёте о цвете слишком эмоциональным и отвергали его из-за «поэтично примитивной формы». Но, несмотря на это, идеи Гёте о воздействии цвета и гармонии цветов служили в прошлом исходными позициями для художника.

1.4. Рунге систематизирует цвета на цветовом теле

Филипп Отто Рунге (1777—1810 гг.), выдающийся живописец романтической школы, был современником Гёте. Он внес значительный вклад в учение о цвете. Он понимал, что все многообразие цветов нельзя представить в виде цветового круга или полосы спектра и предложил систему расположения цветов, напоминающую внешним видом глобус (рис. 3).

На линии экватора Рунге нанес чистые цвета цветового круга (рис. 4). На северном полюсе он расположил белый цвет, на южном — черный. На меридианах (используя градусы долготы) ему удалось представить все цвета, получающиеся при смешении чистых цветов с белым и черным (цветной рис. 3). Внутри шара систематически располагались все замутненные цвета. Рунге впервые в истории увязал расположение цветов в пространстве с их эстетически-художественным использованием.

Как художника его занимал вопрос применения малонасыщенных цветов (с более или менее значительной примесью серого) при изображении цветовой перспективы. Он использовал в своей системе в качестве типичных цветовых рядов так называемые ряды цветов для дальнего плана. Это поперечные линии, которые проходят по продольному разрезу цветового глобуса от чистых цветов на поверхности шара к серым цветам в области ахроматической оси (подробнее об этом см. раздел 6. 3). Размещение цветов в пространстве, предложенное Рунге, впоследствии претерпело ряд усовершенствований, однако основной принцип размещения всего многообразия цветов в трехмерной системе был признан правильным и заимствован всеми его последователями.

Из переписки Рунге с Гёте видно, что их взгляды на воздействие цвета на человека совпадали.

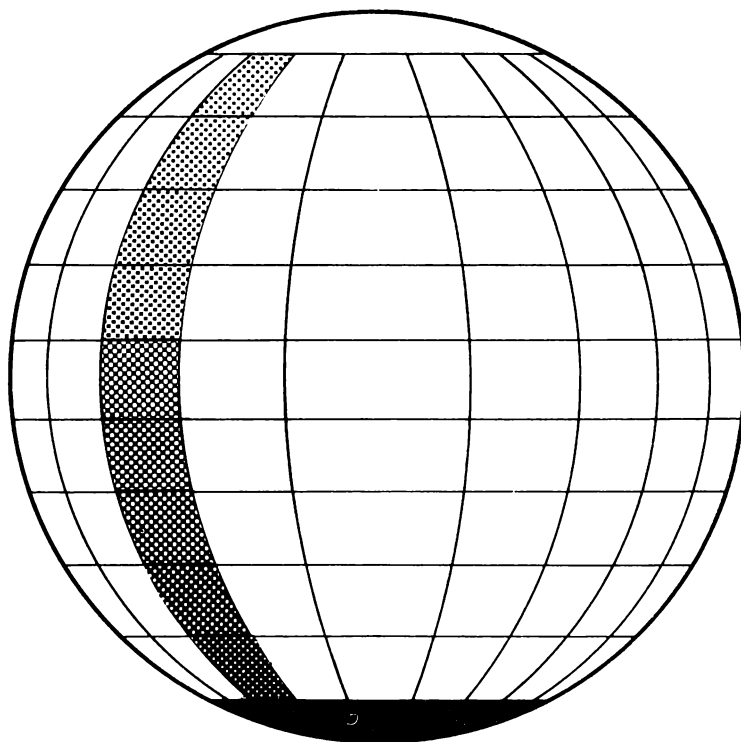


Рис. 3. Схематическое изображение цветового тела Рунге



Рис. 4. Построение цветового круга по Рунге

1.5. В XIX столетии на учение о цвете оказывает влияние медицина

До середины прошлого столетия противоречивые теории учения о цвете примирить не удавалось.

По утверждению Ньютона, соединение всех спектральных цветов дает белый цвет. Это достигается при помощи двояковыпуклых линз (цветной рис. 9). Если же на оптический круг или диск нанести семь секторов и окрасить их в соответствии со спектральными цветами, а затем смешать эти выкраски путем быстрого вращения круга, то получится впечатление светло-серой поверхности. При смешении красных, оранжевых, желтых, зеленых, синих и фиолетовых пигментов получается темно-серый цвет.

Живописцы и художники ссылались на свою практику смешения пигментов и получающиеся при этом наглядные результаты. Они считали любое другое утверждение заблуждением.

Ученые-физики ссылались на авторитет Ньютона и рассматривали выдвинутое им положение — «белый есть сумма всех цветов» — как единственно правильное. Результаты смешения пигментов они объясняли «нечистым» характером пигментов.

1.5.1. Гельмгольц различает аддитивное и субтрактивное смешение

Около 1852 г. немецкий профессор сделал важное открытие, которое разрешило изложенное выше кажущееся противоречие и открыло новые пути для будущих исследований.

Гельмгольц¹ установил, что при наложении друг на друга световых лучей различного цвета поверхность, на которую падают эти лучи, всегда оказывалась более светлой, чем падающие на нее отдельные лучи. Сумма всех спектральных цветов давала белый свет. Однако белый свет ему удалось получить и путем сложения двух спектральных цветов, а именно пары желтый — синий и пары красный — зеленый (цветной рис. 4). Этот процесс сложения разноцветных потоков света он назвал «аддитивным смешением».

Далее Гельмгольц нашел, что в отличие от смешения потоков света смесь красных и синих пигментов поглощает часть падающего на поверхность света. Этот процесс уменьшения светового потока он назвал субтракцией, а смешение пигментов — «субтрактивным смешением» (см. раздел 2. 1. 7). Эти положения составили основу для научного

¹ Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц (1821—1894 гг.) — один из крупнейших немецких естествоиспытателей, работавший в области физики, математики, физиологии и психологии. (*Прим. ред.*)

обоснования результатов различных видов смешения. Для точной характеристики цвета Гельмгольц избрал три переменных компонента: цветовой тон, насыщенность и светлоту (яркость). Этот принцип колориметрии оправдал себя, и в 1931 г. единицы измерения Гельмгольца были приняты Международной комиссией по освещению (МКО):

Цветовой тон — λ_d ;

Насыщенность (чистота) цвета — p_c ;

Яркость (светлота) — A .

Гельмгольц указал на тесное родство между световым и тепловым излучениями и подчеркнул принадлежность их к большой группе электромагнитных излучений. Он говорил: «Воспринимаем ли мы солнечные лучи как тепловые или как световые лучи, зависит исключительно от того, ощущаем ли мы их зрительными нервами или нервами осязательными».

Гельмгольц разработал также и целый ряд физиологических проблем, связанных с цветом. Возникновение последовательного образа он объяснял утомлением сетчатки. То обстоятельство, что ярко-красный цвет после длительного его восприятия как бы сереет, он также объяснял утомлением зрительных нервов. Позднейшие научные исследования развили основы цветоведения, заложенные и разработанные Гельмгольцем.

1.5.2. Геринг разграничивает отдельные области учения о цвете

Физиолог Геринг¹ стремился к четкому разделению учения о цвете на физическую, физиологическую и психологическую области. В переносе понятий из одной области в другую он видел лишь затруднение для понимания и усложнение для исследовательской работы и тем самым тормоз для всего развития цветоведения.

Из постоянной полемики приверженцев Гёте и учеников Ньютона он сделал следующий вывод: «История физики есть одновременно история борьбы с предрассудками, которые вытекают из идентификации названий чувственных явлений и вызывающих их физических причин».

Геринг полагал, что все многообразие цветовых ощущений вызывается тремя веществами, которые имеются в нашем зрительном аппарате (в сетчатой оболочке глаза). Каждое из этих трех веществ вызывает впечатление дополнительного цвета:

¹ Эсвальд Геринг (1834—1918 гг.) — немецкий физиолог, разработавший гипотезу цвето- и светоощущений, которая базируется на четырех основных цветах — красном, желтом, зеленом и синем. (*Прим. ред.*)

желтый — синий;
красный — зеленый;
черный — белый.

Поэтому Геринг в отличие от своих предшественников и современников вместо трех главных цветов принимал четыре исходных (первичных) цвета. Черный и белый не понимаются им в этом смысле как цвета.

Согласно теории Геринга ощущение желтого и красного цвета возникает в результате диссимилиации, т. е. разложения цветочувствительного вещества в зрительных клетках. Цвета зеленый и синий возникают в результате ассимиляции (восстановления) этого вещества (см. раздел 6. 3. 2).

Мы обязаны Герингу подробным анализом значения для зрительного восприятия цветовой памяти и константности цвета, исследованиями процессов адаптации и роли личного опыта в нашей оценке цвета предметов при меняющемся освещении (см. раздел 4. 4. 5).

1.6. Система расположения цветов в пространстве, созданная Оствальдом

Оствальд положил начало точной научной систематизации цветов. Главной областью его исследований была физика. Оствальд производил точные измерения отношения цветового впечатления и длины волны, он определял путем смещения двух разных по цвету световых потоков дополнительные спектральные цвета и расположил цвета по признаку дополнительности в 24-частном цветовом круге. Предложенное им цветовое тело в форме двойного конуса (рис. 5 и цветной рис. 5) представляет собой дальнейшее развитие цветового шара Рунге.

Оствальд ввел для всех чистых цветов название абсолютных цветов и отклонил тем самым необоснованное разделение на так называемые основные и производные (вторичные) цвета (см. раздел 3.3.5). Он стремился представить все цвета в виде простой геометрической системы. Оствальд различал три особенности (характеристики), как он сам их называл «три различные величины» цветового впечатления. Этими величинами можно охарактеризовать любой цвет: V — абсолютный (чистый) цвет, W — доля белого цвета и S — доля черного цвета. Соотношение этих трех величин можно представить в виде равносто-

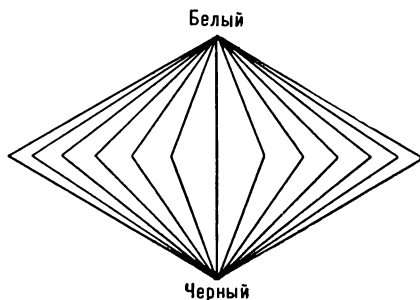


Рис. 5. Схематическое изображение цветового тела Оствальда

ронного треугольника, носящего в цветоведении название «однотонального цветового треугольника» (рис. 6 и цветной рис. 6), который представляет собой продольный разрез цветового тела Оствальда.

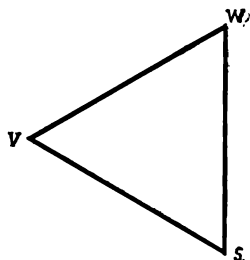


Рис. 6. Взаиморасположение трех основных цветов по Оствальду

V — абсолютный цвет; W — белый; S — черный

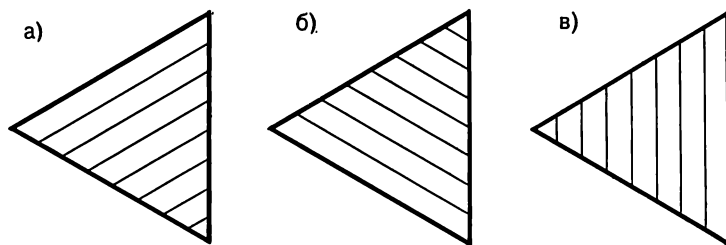


Рис. 7. Линии, характеризующие содержание цвета

a — черного; б — белого; в — абсолютного

Равновеликие координаты обозначают в каждом случае равную долю абсолютного, черного или белого цвета (рис. 7). Внутри однотонального цветового треугольника Оствальд различал:

- точка абсолютно белого цвета W
- точка абсолютно черного цвета S
- точка абсолютного (чистого) цвета V
- на линии W—S нейтральный ряд
- на линии W—V „светлочистые“ цвета
- на линии S—V „темночистые“ цвета
- во внутреннем поле все „замутненные“ (с примесью серого) цвета
- на вертикалях „теневые ряды“

Принимая величины V—W—S, Оствальд отошел от других исследователей, которые клали в основу цветового впечатления три других элемента — цветовой тон, насыщенность и яркость, или светлоту (Юнг, Гельмгольц и Максвелл).

Представления Оствальда о гармонии. Оствальд полагал, что гармоничное цветовое решение можно получить путем простых комбина-

ций, пользуясь цветовым кругом или конусом. Основой гармонии он считал порядок расположения цветов в предложенной им пространственной системе, т. е. их геометрические или математические отношения.

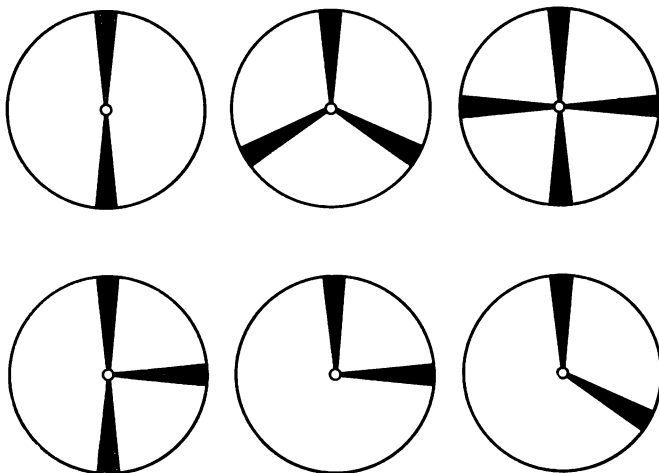


Рис. 8. Фрагмент из прибора Оствальда для подбора гармоничных сочетаний цветов. Важнейшие варианты сочетаний в цветовом круге

Равные отрезки (равные интервалы внутри цветового круга или двойного цветового конуса), по его мнению, всегда дают гармоничные сочетания (рис. 8).

Эти взгляды на существо гармонии вызывали возражения среди художников, которые благодаря личному опыту и практическому применению цвета пришли к другим результатам и выводам. Практик знает, что гармоничность цветового сочетания зависит от целого ряда привходящих факторов, которые нельзя представить в цветовом круге (например, размеры окрашиваемых в разные цвета поверхностей, пропорции помещения и т. д.).

Аргументы противников были известны Оствальду еще до того, как он написал свое «Учение о цвете». Уже в первом томе он писал: «Только весьма ограниченному человеку может прийти в голову идея справиться с этими задачами лишь при помощи трезвой рассудочности».

Видимо, здесь Оствальд руководствовался больше отвлеченной идеей, нежели практическим опытом. Поэтому к некоторым спорным положениям его учения следует подходить с позиций строгой критики.

1.7. В наше время учение о цвете становится базой научно обоснованного цветового решения

Современные ученые-специалисты по цвету занимаются вопросами систематизации цветов, основываясь на достижениях науки и практики. Исходными данными этой систематизации являются колориметрия (измерение цветов), а также определение диапазона яркости пигментов и цветных световых лучей по системе МКО.

Не раз подчеркивалось, что наряду с изложением закономерностей воздействия цвета необходимо создать нормативную систематизацию цветов. При этом под системой следует понимать не просто определенный порядок регистрации совокупности координат цвета излучения. Система распространяется также на изложение простых эстетических связей (цветовые сочетания и цветовые ряды) и на использование цвета с учетом его выразительности.

Нормативы должны, далее, распространяться на ассортимент и изготовление стандартных цветов (не смешивать с типизацией красок) и на качество всех стандартизированных красителей и пигментов.

Кроме этого, современное цветоведение занимается вопросами целесообразного и целенаправленного цветового оформления во всех сферах жизни и деятельности человека, вопросами правильного использования динамики цвета. Этот раздел цветоведения оказывает самое непосредственное влияние на работу художника и архитектора, в частности на цветовое решение интерьеров всех видов. В центре внимания исследователей находится целесообразное цветовое решение производственных помещений, лечебных учреждений и учебных заведений. Под целесообразным здесь следует понимать решение, повышающее производительность труда, предохраняющее от несчастных случаев, успокаивающее или возбуждающее.

Известно, что в основе воздействия цвета лежит сложное взаимодействие светового раздражения, функции органов зрения и процессов, происходящих в зрительных центрах головного мозга. Специалисты по цветоведению и врачи (физиологи и психологи) изучают условия труда, чтобы выбрать для каждого отдельного случая оптимальное цветовое оформление. Они устанавливают, какое цветовое решение лечебных учреждений ускоряет процессы лечения и выздоровления или какие сочетания цветов повышают в школах внимание учащихся и одновременно снижают утомляемость зрения.

В Гроссботтене близ Лейпцига, месте долголетней работы Оствальда, разрабатывается под руководством Манфреда Адама, помощника Оствальда, основополагающая система цветов. Бывший институт Вильгельма Оствальда в наше время входит в состав Академии наук как отдел колориметрии и цветоведения Физико-технического института.

Результаты исследовательских работ, проводимых в Гроссботтене, нашли свое первое отражение в цветовой карте TGL. Цветовая карта TGL является системой, регистрирующей всю совокупность координат цвета излучения, и одновременно основной системой всех эстетических структур и систематизаций в области цвета. Это строго обязательная основа для любой систематизации в области цвета на территории Германской Демократической Республики. За пределами границ ГДР эта система также занимает ведущее место при изучении вопросов цвета. Подробное описание цветовой карты TGL дается в разделе 3.4, причем этому описанию предшествует рассмотрение и пояснение ряда существенных вопросов, связанных с физикой и техникой смешения цветов. Цветовая карта TGL основана на достижениях выдающихся ученых и объединяет в себе преимущества их систем. Наряду с Гельмгольцем, Рунге и Оствальдом следует назвать также еще Менселла, Бауманна и Празе.

Американский художник Альберт Менселл создал заслуживающую внимания систематизацию цветов, исходившую, правда, главным образом из художественно-эстетических положений (см. 3.4).

Большую помощь в практической работе художнику-оформителю, а также и работникам других родственных профессий оказали в последние десятилетия карты цветовых тонов Пауля Бауманна и Отто Празе из г. Ауэ. Карты были составлены под углом зрения простоты их практического использования и основывались на рациональном принципе смешения: все цветовые ряды образованы из исходного пигмента (темного или насыщенного) и белого. Атлас цветов к цветовым картам Бауманна—Празе содержал 1359 различных цветов, снабженных последовательной нумерацией. Обозначение цветов, к сожалению, сделано не по принципу систематической разбивки на определенные цветовые области, а по принципу последовательного перечисления; это значительно затрудняет пользование атласом.

В 1931 г. была введена международная трехцветная система измерений Международной комиссии по освещению (МКО), которая открыла путь для единой международной колориметрии.

Германская комиссия норм разработала на основе колориметрической системы МКО нормы DIN 5033 (Измерение цветов) и DIN 6164 (Цветовая карта DIN), которые знаменуют собой значительный шаг вперед в систематизации цветов. Однако в этих нормах не учтены некоторые специфические свойства цвета, и поэтому они на практике принесли мало пользы. В цветовой карте TGL учтены допущенные в цветовой карте DIN ошибки и создана основа для выбора всевозможных цветовых сочетаний во всех областях практического использования цвета. Поэтому мы можем сказать, что в цветовых картах TGL дается «основная эстетическая система цветов».

2. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ЦВЕТЕ

2.1. Свет

Свойства предметов, находящихся в совершенно темном помещении, воспринимаются только осязанием. Лишь освещение позволяет зрительно определить форму, величину и цвет тела. В этом разделе рассматривается природа света, его распространение, отражение, преломление и разложение. В непосредственной связи с этим изучаются спектральные цвета, смешение света и цвет различных источников света.

2.1.1. Сущность света

Свет — это определенная область электромагнитных излучений (цветной рис. 7). Человеческий глаз воспринимает только часть этого излучения — видимые излучения, которые вызывают физиологическое восприятие света. Свет принадлежит к сложнейшим явлениям природы. Еще до сих пор нет полной ясности в отдельных элементах. Но мы уже знаем, что свет обладает не только волновыми, но и корпускулярными свойствами.

Световые волны. Под волной понимают имеющую поступательное движение (чаще всего постоянной величины) часть колебания (периодические волны). Расстояние между гребнями волн называется длиной волны (λ), размер которой определяется как расстояние в направлении распространения периодической волны между двумя последовательными точками. Оно измеримо, но чрезвычайно мало. В области видимого света длины волн находятся в пределах от 360 до 780 нм. Нанометр (нм) равен 1 миллимикрону, т. е. миллиардной части метра:

$$1 \text{ нм} = \frac{1}{1\,000\,000\,000} = 10^{-9} \text{ м.}$$

Различные по длине световые волны по-разному преломляются и вызывают различные цветовые ощущения. Число колебаний в секунду называется частотой. Она измеряется в герцах (Гц). Амплитуда волны,

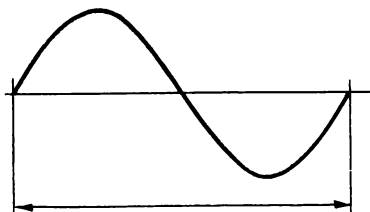


Рис. 9. Схематическое изображение длины электромагнитной волны

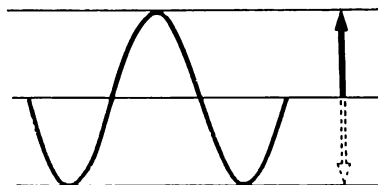


Рис. 10. Амплитуда — максимальный размах колебания

т. е. максимальный размах колебаний (рис. 9,10), определяет интенсивность светового излучения. На цвет она не оказывает влияния.

2.1.2. Природа света

Свет излучается источниками света. Мы знаем естественные и искусственные источники света; различаются тепловые излучения и люминесцентные (холодное излучение, см. раздел 2.1.8).

Естественные источники света. Наш основной источник света — солнце. Это источник теплового излучения. Температура на его поверхности составляет почти $6\,000^{\circ}\text{C}$. В недрах солнца происходят непрерывные ядерные реакции. Образующаяся при этом энергия в виде света и теплового излучения распространяется в космосе и достигает также нашей земли. Все жизненные процессы на земле протекают под влиянием этого излучения.

Луна и планеты не имеют собственного свечения, они только отражают часть падающего на них солнечного света. Звезды, хотя и светят, но из-за громадного расстояния как источники света не имеют значения. Для техники также не играет роли биологическое свечение в природе (биолюминесценция). Мы можем ее наблюдать, например, у светлячков и светящихся бактерий на гниющем дереве.

Искусственные источники света. При зажигании фитиля свечи возникает светящееся пламя. Пламя сгорающего водорода, напротив, малозаметно. Оно светит только тогда, когда какое-либо твердое тело, например металлическая пыль, или специальная газовая горелка (см. газовые лампы) нагревается этим пламенем. Мы видим, что не просто сгорание порождает свет, а что лишь вещества, доведенные до раскаленного состояния теплом, выделяемым при горении, излучают свет.

Только часть тепловой энергии, полученной при сгорании, превращается в световую энергию. Раскаленные вещества могут быть как в твердом, так и в жидком состоянии. Частицы сажи в пламени светятся так же, как расплавленное железо.

В качестве температурных излучателей в настоящее время используют электрические лампы накаливания и дуговые лампы. В дуговой лампе раскаленные добела концы электродов (угольных стержней) дают около 95% очень яркого света и только 5% исходит от самой дуги.

В лампе накаливания излучающим свет веществом является вольфрамовая нить, доведенная до раскаленного состояния электрическим током. Коэффициент полезного действия ламп накаливания составляет только 2—3%, остальная часть затраченной энергии превращается в тепло. Лампа с люминофором (люминесцентная) имеет коэффициент полезного действия 7—8%. Из-за малого теплового излучения этот свет называют холодным. Эти светильники более экономичны также благодаря продолжительному сроку службы.

Люминесцентная лампа работает по принципу газового разряда. Стеклообразная трубка заполняется определенным газом, например неоном или ртутными парами. В концы трубки впаяны электроды. Под действием электрического тока, т. е. потока электронов, атомы ртути в газовой среде светятся. Электрическая энергия непосредственно переходит в световую. Поскольку ртуть испускает главным образом невидимый коротковолновый свет, внутренние стенки трубок покрываются так называемым люминофором, который коротковолновое излучение превращает в видимое свечение с необходимой длиной волны. Вид люминофора определяет характер цвета светового потока люминесцентной лампы (см. рис. 2.1.8).

2.1.3. Распространение света

Свет распространяется от точечного источника света прямолинейно и равномерно во все стороны. Но в действительности почти все источники имеют большую или меньшую световую поверхность и излучают не во все стороны равное количество света. В зависимости от устройства светильников и формы светящейся поверхности определяется преимущественное направление излучаемого света (рис. 11).

Скорость света. Скорость света в безвоздушном пространстве составляет около 300 000 км/сек. В оптически плотной среде скорость меньше, например в воде 225 000 км/сек, в стекле 200 000 км/сек.

Световые лучи. Под световым лучом понимают наименьшую часть светового потока. Свет состоит из бесконечного множества световых лучей.

Световой пучок. Множество световых лучей образуют световой пучок. Различают световой пучок с параллельными лучами, с расходящимися лучами и со сходящимися, т. е. стремящимися друг к другу лучами. Кроме того, при диффузном свете мы наблюдаем рассеиваю-

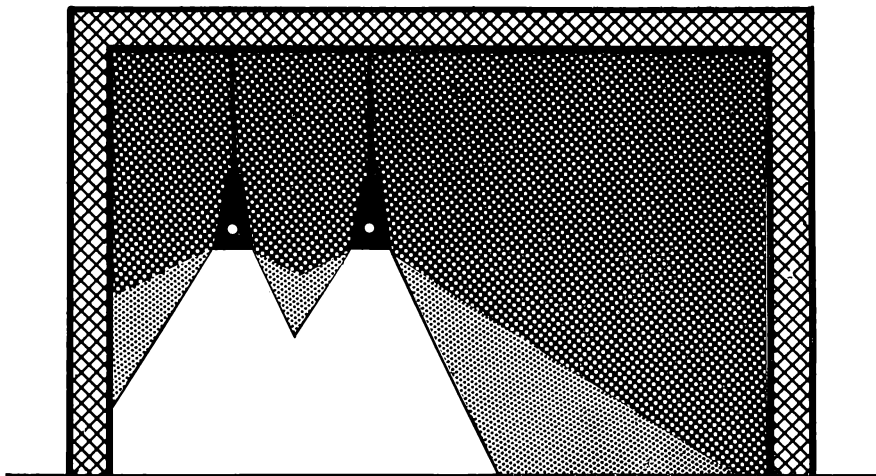


Рис. 11. Свет лампы накаливания считают точечным, т. е. свет исходит как бы из одной точки

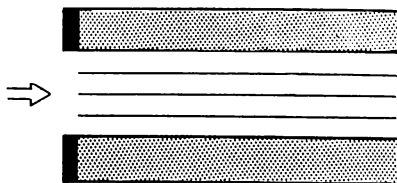


Рис. 12. Параллельные лучи

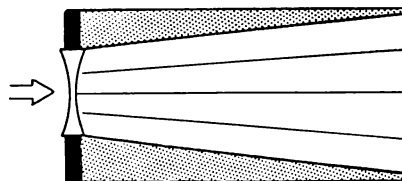


Рис. 13. Расходящиеся лучи

щиеся световые лучи (рис. 12—16). Например, лучи пучка солнечного света, падающего через окно в комнату, вследствие большого расстояния до солнца практически параллельны. Световые лучи лампы нака-

ливания расходятся. При помощи вогнутого зеркала можно параллельные или расходящиеся лучи превратить в сходящиеся. От белой бумаги или клеевой окраски свет отражается диффузно.

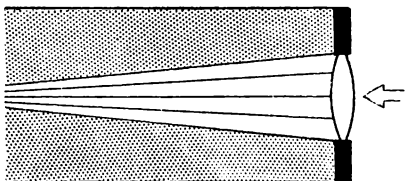


Рис. 14. Сходящиеся лучи

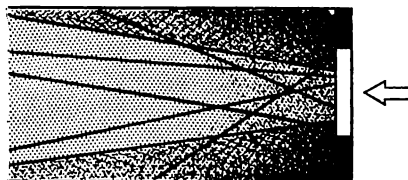


Рис. 15. Диффузный (рассеянный) свет

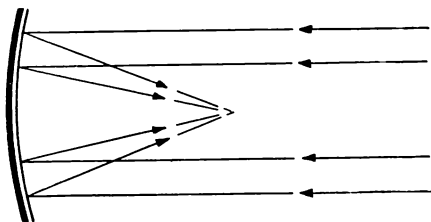


Рис. 16. Лучи, параллельно падающие на вогнутое зеркало, становятся сходящимися

2.1.4. Светотехнические единицы измерения

Для определения цвета любой окраски первостепенную роль играет яркость поверхностей в помещениях. Яркость, как и другие характеристики света, можно измерить. В этой связи особый интерес представляют значения светотехнических единиц. Различают: лучистый поток, световой поток, силу света, освещенность и яркость. Лучистый поток, световой поток и сила света характеризует интенсивность излучаемого света.

Лучистый поток. Лучистый поток — это энергия, излученная в виде света источником света за время свечения.

Световой поток. Лучистый поток, излучаемый в пространство в течение определенного времени (секунды, минуты, часы и т. д.), называется световым потоком данного источника света. Световой поток, таким образом, является мерилем мощности светового излучения (например, лучистого потока, излученного за 1 сек):

$$\text{мощность} = \frac{\text{работа}}{\text{время}} ; \text{ световой поток} = \frac{\text{лучистый поток}}{\text{время}} .$$

Световой поток измеряется в люменах (лм). Мощность света лампы накаливания, например, измеряется в ваттах (вт).

Потребляемая мощность
в *вт*

40

60

100

Световой поток в *лм*
(при 220 в)

410

740

1400

Сила света. Сила света определяет яркость источника света. Чем плотнее падающий в глаза световой поток, тем ярче кажется источник света. Сила света (*св*) в разных направлениях излучения большей частью различна (рис. 17). Поэтому силу света измеряют внутри сравнительно малого телесного угла (светового конуса), в котором плотность светового потока равномерна.

Различие между световым потоком и силой света показано на рис. 18. Оба представленных источника света излучают равномерный световой поток. Сила света в световом потоке прожектора, благодаря собирательному зеркалу, значительно больше, чем в таком же по величине секторе светового потока, излучаемого во все стороны лампой.

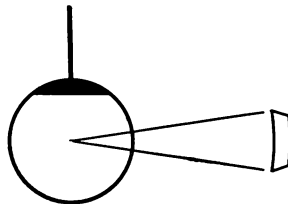


Рис. 17. Телесный угол излучения

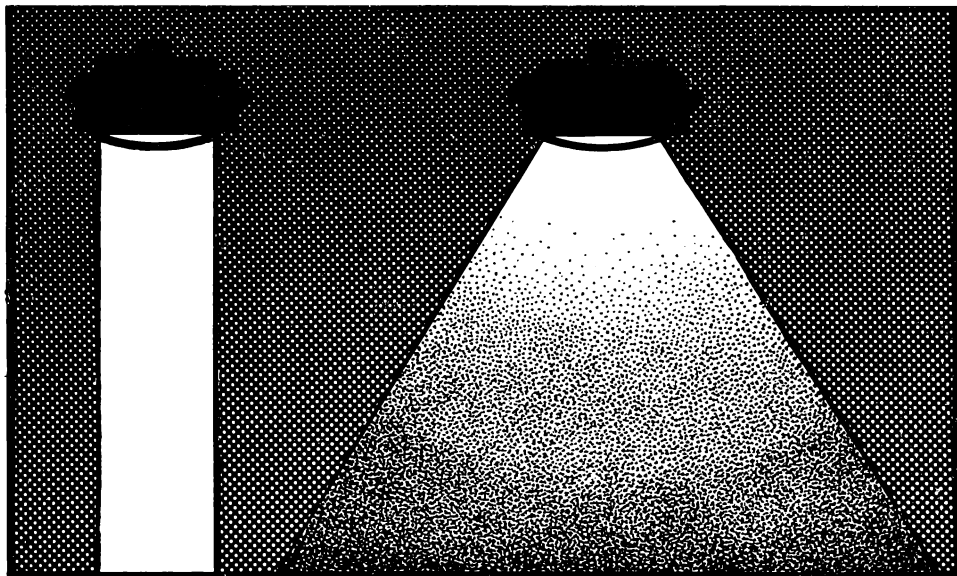


Рис. 18. Сила света при параллельных лучах остается почти одинаковой

Слева — прожектор с собирательным зеркалом; справа — источник света без собирательного зеркала

Освещенность. Освещенность и яркость рассматриваются всегда в связи с освещаемой поверхностью. Световой луч, падающий на поверхность, освещает ее с определенной силой. Но освещенность поверхности с увеличением расстояния от источника света будет становиться слабее. Она изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния (рис. 19). С уменьшением угла падения световых лучей также уменьшается освещенность. Таким образом, она является наибольшей при отвесном и наименьшей при наклонном падении лучей (рис. 20). Цвет стены, следовательно, воспринимается различно, в зависимости от того, освещена ли она отвесно или наклонно падающими лучами. Освещенность измеряется в люксах (лк).

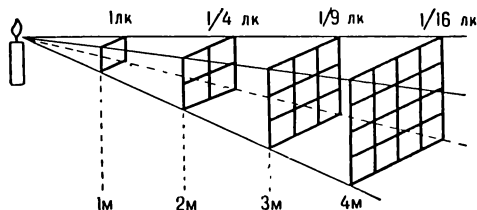


Рис. 19. Освещенность уменьшается с увеличением расстояния

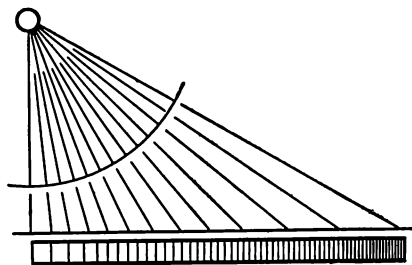


Рис. 20. Освещенность зависит от угла падения света

Яркость. Ощущение яркости, вызванное светящейся или рефлектирующей поверхностью, зависит от силы света и площади поверхности, по которой распределяется световая энергия:

$$\text{яркость} = \frac{\text{сила света}}{\text{поверхность}}.$$

Если сила света сконцентрирована на малой поверхности, т. е. яркость очень велика, то происходит ослепление, как при лампе накаливания. Если сила света распределяется по большой поверхности, т. е. яркость мала, то ослепления не наблюдается, как, например, при люминесцентных лампах. По сравнению с самосветящимися поверхностями яркость рефлектирующих поверхностей, например стены или бумаги, хотя и мала, но для разных поверхностей различна. Это объясняется, во-первых, тем, что при изменении освещенности также изменяется и яркость; и, во-вторых, при равной освещенности, если меняется отражающая способность поверхности, меняется и яркость. Черная поверхность имеет малую отражающую способность, следовательно, малую яркость, белая стена обладает высокой отражающей способностью и потому высокой яркостью. Единица яркости — стильб (сб). В стиль-

бах измеряется яркость светящихся поверхностей. Яркость более 1 *сб* ослепляет.

Ниже для сравнения приводятся величины различных яркостей:

Полуденное солнце	150 000 <i>сб</i>
Лампа накаливания (прозрачное стекло)	200—1500 <i>сб</i>
Пламя свечи	0,75 <i>сб</i>
Люминесцентная лампа	0,3—0,7 <i>сб</i>
Полная луна	0,25 <i>сб</i>

2.1.5. Изменения света

Свет по-разному воспринимается различными телами, по-разному отражается, может быть частично или полностью поглощен.

Отражение. Некоторые тела, в том числе металлические, полностью светонепроницаемы. Все световые лучи отражаются их поверхностью. Угол падения луча равен углу отражения. Он измеряется между перпендикуляром, опущенным на поверхность в точку падения, и отраженным или падающим лучом (рис. 21). Различают параллельное и диффузное отражения. Лучи света, падающие на ровную полированную поверхность, отражаются параллельно. Если свет падает на неровную грубую поверхность, то каждый луч попадает на отдельные ее участки под разным углом. Следовательно, отдельные лучи и отражаться будут под различными углами (рис. 22). В этом случае свет отражается диффузно (рис. 23).

Ремиссия. Если свет падает на какое-либо вещество (например, мел), которое пропускает световые лучи внутрь своего молекулярного строения и лишь там их отражает, то лучи света при этом отража-

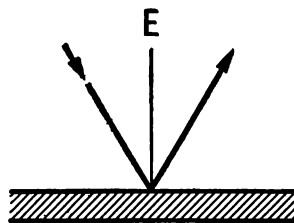


Рис. 21. На ровной поверхности угол отражения света равен углу его падения

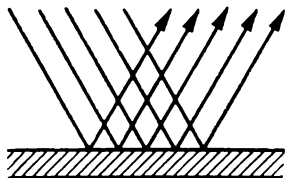


Рис. 22. Параллельные лучи света от гладкой поверхности отражаются параллельно

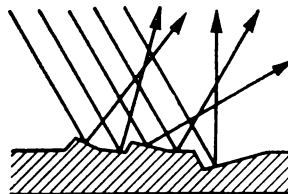


Рис. 23. От неровной поверхности параллельные лучи света отражаются диффузно

ются диффузно (рис. 24). Все поверхности, окрашенные клеевой краской или матовая бумага ремиссируют свет.

Рефракция. Если световой луч падает из оптически менее плотной среды (воздух) в оптически более плотную среду (стекло), происходит отклонение луча по направлению к перпендикуляру (рис. 25). Если световой луч падает из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду, то он отклоняется от перпендикуляра (рис. 26).

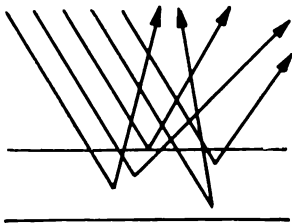


Рис. 24. Параллельные лучи света, проникающие в молекулярное строение вещества, отражаются диффузно

для воздуха	1
„ воды	1,3
„ мела	1,5
„ льняного масла	1,5
„ цинковых белил	1,9

Наибольшая разность коэффициентов преломления наблюдается между воздухом и цинковыми белилами (1:1,9), следовательно, белила обладают наилучшей кроющей способностью. Разность коэффициентов преломления между воздухом и мелом меньше (1:1,5), значит у

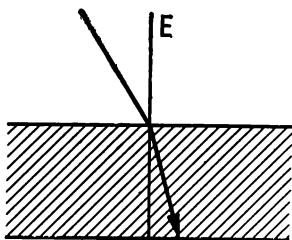


Рис. 25. На пути из оптически менее плотной в оптически более плотную среду луч приближается к перпендикуляру

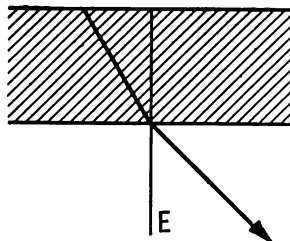


Рис. 26. На пути из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду луч отклоняется от перпендикуляра

мела меньшая кроющая способность. Разность коэффициентов преломления между водой и мелом минимальная (1,3:1,5), следовательно, у мела и минимальная кроющая способность. Например, сырая клеевая

окраска обладает плохой кроющей способностью; после высыхания (испарение воды) коэффициент преломления меняется, приобретает лучшая кроющая способность.

Полное отражение. Если луч света падает под углом больше 42° на прозрачное, оптически менее плотное тело, то луч в него проникнуть не может. Он отражается от граничного слоя под определенным углом. Это явление называется полным отражением (рис. 27).

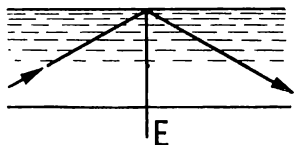


Рис. 27. Полное отражение от слоя, граничащего с оптически менее плотным веществом

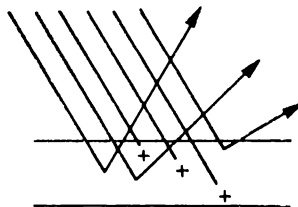


Рис. 28. Абсорбция (поглощение) части света в теле

Абсорбция (поглощение). Некоторые вещества не пропускают свет, но в то же время и не отражают его. Они полностью абсорбируют (поглощают) свет, превращают его в молекулярной структуре вещества в тепло (рис. 28). Все пигменты в большей или меньшей степени поглощают падающий на них лучистый поток.

2.1.6. Разложение света

Путем разложения света (дисперсии света) получают спектр. В зависимости от источника света мы различаем спектры солнечного света, натриевой лампы, свечи и т. д. Для получения спектра световой поток ограничивают узкой щелью и пропускают через оптическую призму. В связи с разной преломляемостью различных световых волн в призме световой поток разлагается. На экране возникает полоса света. В верхней части — длинноволновой — мы видим красный свет, в нижней части — коротковолновой — фиолетовый свет. Между ними лежат цвета остальной части спектра (цветной рис. 8).

Свет определенной длины волны, выделенный с помощью призмы (например, 500 нм), называют монохроматическим или однородным. Напротив, под хроматическим или разнородным понимают свет, состоящий из волн различной длины. Ниже приведены длины волн и соответствующие им цвета:

Длина волны	700 нм,	600 нм,	570 нм,	510 нм,	480 нм,	420 нм
Цвет	красный,	оранжевый,	желтый,	зеленый,	синий,	фиолетовый

Данному зеленому свету, таким образом, может принадлежать исключительно узкая полоса спектра с длиной волны, равной 510 нм . Зе-

ленный свет может быть также составлен из световых волн от 480 до 570 нм (цветной рис. 19). Отсюда следует, что свет определенной длины волны имеет свою окраску и что по одному цветовому впечатлению нельзя сделать выводы о составе светового потока.

Названия цветов спектра. Мы видим спектр в виде полосы, постепенно переходящей от одного цвета к другому. Без труда различают шесть цветовых диапазонов волн. Если начать перечисление с длинноволнового конца спектра, то будем иметь красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, фиолетовый цвета. Чтобы назвать цвет, находящийся между зеленым и желтым, мы говорим желто-зеленый, потому что ему не было дано своего названия.

2.1.7. Смешение света

Слово «смешение» до сих пор употреблялось для обозначения смешения пигментов и для различных видов света. Так же называли даже обратный процесс, а именно отбор определенных видов света.

Для лучшего понимания в следующих разделах слово «смешение» будет употребляться только в отношении пигментов. Соединение света различного спектрального состава будем называть синтезом, или сложением света. Изменение цветности света вследствие поглощения света будем называть вычитанием, или субтракцией.

Сложение света (синтез). Если с помощью линзы или призмы сложить все цвета спектра, то получится белый свет (цветной рис. 9). Аналогичный результат будет получен при сложении света двух определенных областей спектра. Так, например, в результате сложения желтого и синего света можно получить белый (цветной рис. 4). Тот же результат будет при синтезе красного и сине-зеленого света. Такие пары называют противоположными по цвету парами или дополнительными цветами. Если обратиться к синтезу родственных цветов (соседних в спектре цветов), то получается другой результат. Красный и желтый дают оранжевый; зеленый и фиолетовый — синий, оранжевый и зеленый суммируются в желтый. Все цвета, полученные посредством синтеза, кажутся светлее, чем каждый суммируемый свет. При сложении цвета (цветного света) должно существовать помимо нашего сознания по крайней мере два цветных компонента, которые только в органе чувств сливаются в единое цветовое впечатление. Таким образом, единое цветовое впечатление из двух или более цветов является следствием физиологического процесса.

Вычитание света (субтракция). Если поставить между лампой накаливания и экраном красный светофильтр (стекло), то на экране на месте белой появится красная поверхность (цветной рис. 10). Непрофессионалы предполагают, что красное стекло превращает белый свет, или

цветную часть, содержащуюся в белом свете, в красный свет. В действительности здесь происходит особый оптико-физический процесс.

Поясним точнее этот процесс: спроецируем спектр на экран и точно отметим места, на которых появятся отдельные цветовые области спектра. Затем ставим между источником света и экраном красный светофильтр. В результате этого в спектре потухнут все другие цвета, кроме красного. Но красный останется только на отмеченном месте (цветной рис. 11).

Если на место красного вставить зеленый светофильтр, то будут затемнены все области, кроме зеленой. Зеленый же окажется только на ранее помеченном месте (цветной рис. 12). Проецируя спектр на экран, вставим на пути светового луча друг за другом красный и зеленый фильтры; в этом случае на экране не будет света. Весь спектр источника света, кроме красного участка, поглощается красным светофильтром. Зеленый фильтр поглощает красный свет. Таким образом весь свет будет поглощен (цветной рис. 13).

Все цвета, полученные путем вычитания, будут темнее первоначального света. При вычитании происходит принципиальное изменение света, т. е. отбор света определенной длины волны. Это физический процесс, проходящий помимо нашего зрения. На глаз действует только результат отбора, т.е. то, что еще осталось от общего света. Точнее говоря, этот процесс является даже не смещением, а уменьшением света, и это оправдывает разграничение названий. В данном случае речь идет о вычитании света.

Порядок цветов в спектре. Чистота и сила света цветов спектра не может быть получена никакими красителями. Несмотря на это, можно демонстрировать порядок цветов спектра при помощи красок. Спектр может быть в общем представлен в виде вытянутой в длину ленты. Она образует законченный цветовой ряд (цветной рис. 7) от красного до фиолетового цвета. Очень часто мы видим также цвета спектра, расположенные в виде круга. Поскольку круг бесконечен, в цветовом круге можно предположить бесконечно повторяющийся цветовой ряд. Но разноцветные концы спектра (красный и фиолетовый) препятствуют этому представлению. В этом месте в круге появился бы цветовой разрыв. Но одна особенность этих цветов позволяет нам создать плавный переход. Складывая фиолетовый и желто-красный цвета, мы получаем пурпурно-красный цвет, которого нет в спектре. Он вызывается только смешением света.

Принимая, что пурпурный цвет заполняет разрыв в круге, спектр можно заключить в круг и образовать непрерывный цветовой ряд (цветной рис. 14).

Последовательность в таком круге определяется естественным переходом от одного цветового тона к другому. Любая другая последовательность мешала бы такому переходу.

Перераспределение или увеличение каких-либо цветных областей в круге также не может происходить произвольно. Система имеет смысл лишь тогда, когда дополнительные цвета располагаются строго друг против друга. Если начать расположение цветов по кругу с противопоставления пары желтый—синий, то круг делится на две части. На одной стороне будут цвета оранжевый, красный и фиолетовый, разделенные на равные секторы. Остальные области — сине-зеленый, зеленый и желто-зеленый — расположены против соответствующих дополнительных цветов (цветной рис. 15). Составленный таким образом цветовой круг очень удобен для определения дополнительных цветовых пар, так как многочисленные цветовые пары можно легко запомнить и для каждого цвета дать простое название (например, красный, фиолетовый и т. д.).

Для более точных опытов и упражнений мы образуем цветовой круг из 24 частей (цветовая таблица TGL) (цветной рис. 34). Причем в дальнейшем изложении этой книги при изображении цветового круга желтый будет всегда стоять вверху, а красный — справа. Это правило поможет нам правильно определить место цвета на схемах.

2.1.8. Цвет различных источников света

На причинность связи между светом и цветовым впечатлением было указано уже в разделе 2.1.6. Здесь обратим внимание на спектральный состав, т. е. одну из цветовых характеристик источников света, имеющую значение для освещения жилых и рабочих помещений.

В практике мы встречаем красноватый, зеленоватый, желтоватый, белый или голубоватый свет. Окраска света того или иного источника зависит от спектрального состава излучаемого им светового потока. Он особенно различен у температурных излучателей и таких источников света, которые испускают свет путем люминесценции. Мы различаем: естественный свет, свет от ламп накаливания, газоразрядных ламп (трубок), люминесцентных ламп, ламп с парами ртути и натрия. При температурных излучателях наблюдается отчетливая связь между температурой и окраской света. Поэтому для характеристики цветности света вводится понятие температуры цвета. В качестве эталона пользуются температурой так называемого черного тела¹.

Понятие цветовой температуры применяется также и для источников холодного света.

¹ За черное тело физики принимают полое платиновое тело, из отверстия которого не может выйти излученный свет. При постепенном повышении температуры этого тела из отверстия выходит излучение, соответствующее температуре. Цвет излучения считают эталоном. Таким образом, путем сравнения цвета измеряют температуру звезд и других отдаленных источников света.

Температура и цвет. Если кусок железа разогреть в пламени до температуры 700°C , то появится красное свечение. Железо излучает, таким образом, сначала преимущественно длинные световые волны (цветной рис. 16).

При повышении температуры до $1\,000^{\circ}\text{C}$ излучаются и более короткие волны желтого, затем зеленого света. Сложение красного, желтого и зеленого света вызывает ощущение желтого (цветной рис. 17). Если температура повысится до $1\,500^{\circ}\text{C}$, то будут излучаться короткие волны, а именно синего и фиолетового света. Они в сумме с другими волнами создают впечатление, будто железо раскалено добела (цветной рис. 18).

Дневной свет. Солнечный свет является самым совершенным, превосходящим все другие виды, светом.

Спектральный состав солнечного света делает возможным отчетливее различить всевозможные оттенки цветов. При прохождении через атмосферу свет способствует пластическому выявлению тел и вызывает необходимую дифференциацию любого цветного предмета на освещенные и затененные части.

Для всех рабочих процессов дневной свет гарантирует лучшие условия видимости и тем самым максимальную безопасность в пользовании инструментами и механизмами.

Лампы накаливания. Поскольку лампы накаливания являются температурными излучателями, окраска их света зависит от температуры накаливания металлической вольфрамовой нити. При слабом напряжении появляется красноватый свет. При нормальном напряжении нить накаляется от желто-красного до желтого цвета. Так как белый накал ведет к перегоранию металлической нити, лампу накаливания нельзя сильно нагружать долгое время. Довольствуются желтым светом, в котором отсутствуют дополнительные синие и фиолетовые лучи. Поэтому цветопередача синего и зеленого цветов при лампах накаливания хуже, чем при дневном свете.

Лампы накаливания дневного света. Если стеклянный баллон лампы накаливания слегка окрашен синим, то он поглотит некоторую часть излученного света в длинноволновой области спектра. Вследствие этого восстановится равновесие между короткими и длинными волнами, и таким образом может быть получен приближенный эффект освещения дневным светом. Разумеется, в связи с поглощением теряется часть световой энергии.

Газоразрядные лампы. В светящихся трубках в качестве газонаполнителя используется неон или смесь неона, аргона и паров ртути. Неон излучает световые волны в области между 600 и 800 нм. Этот свет красный. Смесь из неона, аргона и паров ртути светится голубым светом. При помощи соответствующих светофильтров (цветных светящихся трубок) можно получить из красного и голубого света свет любого цветового тона.

Люминесцентные лампы. В люминесцентной лампе возбуждается свечение паров ртути. Но пары ртути дают не непрерывный спектр, как солнечный свет или свет раскаленного тела, а испускают преимущественно ультрафиолетовый, т. е. невидимый свет, а также часть коротковолнового света в видимой области спектра. Видимый свет таких люминесцентных ламп состоит только из четырех линий спектра:

около	406	нм	(фиолетовый)
"	436	"	(синий)
"	546	"	(зеленый)
"	578	"	(желтый)

В этом свете преобладает тенденция к сине-зеленому, и поэтому желтые и красные цвета неразличимы. При помощи люминофора невидимое ультрафиолетовое излучение превращается в видимый длинноволновый свет, и таким образом создается благоприятный для использования источник света.

В качестве люминофоров служат силикаты, бораты, а также фосфаты, которые в виде тонкого слоя наносятся на внутренние стенки стеклянных трубок. В зависимости от вида применяемого люминофора свету придается красноватый, зеленоватый или желтоватый цвет, а при помощи особой смеси люминофоров получают и белый свет.

Цвета люминесцентных ламп, имеющих в продаже¹

1. Нейтральный белый W. Посредством этой лампы достигается очень хорошая цветопередача. Ее свет настолько сходен с дневным светом, что в комбинации с ним не создает впечатления сумерек.

2. Желто-белый свет G. Свет, излучаемый этой лампой, напоминает свет лампы накаливания и создает впечатление теплоты, но в сочетании с дневным светом вызывает впечатление сумерек.

3. Теплый свет I. В спектре света этой лампы большая доля красного цвета. Поэтому она особенно хороша для освещения жилых и общественных помещений. Из всех люминесцентных ламп эти лампы наиболее пригодны для освещения мясных магазинов и булочных.

4. Дневной свет. Свет этих ламп очень близок к дневному свету. Он удобен для освещения рабочего места, но не должен быть менее 250 лк.

Ртутные лампы. Это газоразрядные лампы, в которых возбуждается свечение ртути под высоким давлением. В то время как при малом

¹ В СССР выпускаются люминесцентные лампы следующих типов: лампы дневного света (ЛД), лампы белого света (ЛБ), лампы теплого белого света (ЛТБ), лампы холодного белого света (ЛХБ) мощностью от 15 до 80 вт. (Прим. ред.)

давлении ртуть излучает в видимой области только четыре отдельные спектральные линии, под высоким давлением она образует непрерывный спектр. Чем выше давление, тем совершеннее спектр, тем больше будет коэффициент полезного действия и тем лучше цветопередача ртутных ламп. Сине-зеленая область спектра у этих ламп все же преобладающая,

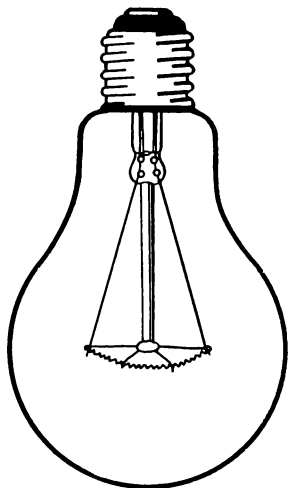


Рис. 29. Лампа накаливания является температурным излучателем и испускает желто-красный свет

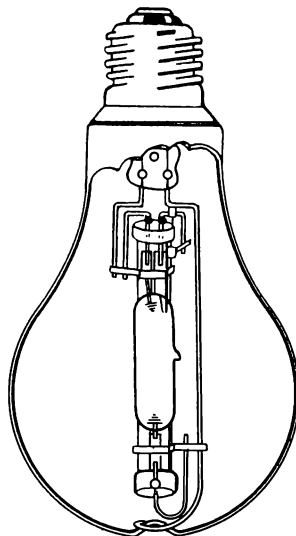


Рис. 31. Ртутные лампы излучают сине-зеленый свет



Рис. 30. Люминесцентные лампы могут излучать свет различного спектрального состава

поэтому они из экономических соображений пригодны для освещения улиц и некоторых заводских цехов, но не помещений жилых и общественных зданий.

Натриевые лампы. Свет натриевых ламп кажется желтым. Он монохроматический, поскольку натриевые пары излучают свет только с длиной волны 589 нм. Поэтому при свете натриевой лампы хорошо различим только желтый цвет, а все другие хроматические цвета кажутся менее насыщенными. Преимущество этого света в том, что он

увеличивает контраст и повышает остроту зрения. Поэтому он используется в качестве специального света, например для установления производственных дефектов в структуре тканей.

2.1.9. Рассеивание света

Большое влияние на восприятие пространства оказывает рассеивание света. Мы различаем точечный и рассеянный свет, а также прямое и отраженное рассеивание.

Точечный свет. Свет исходит из одного точечного источника света. Примером может служить свет дуги и лампы накаливания (рис. 32).

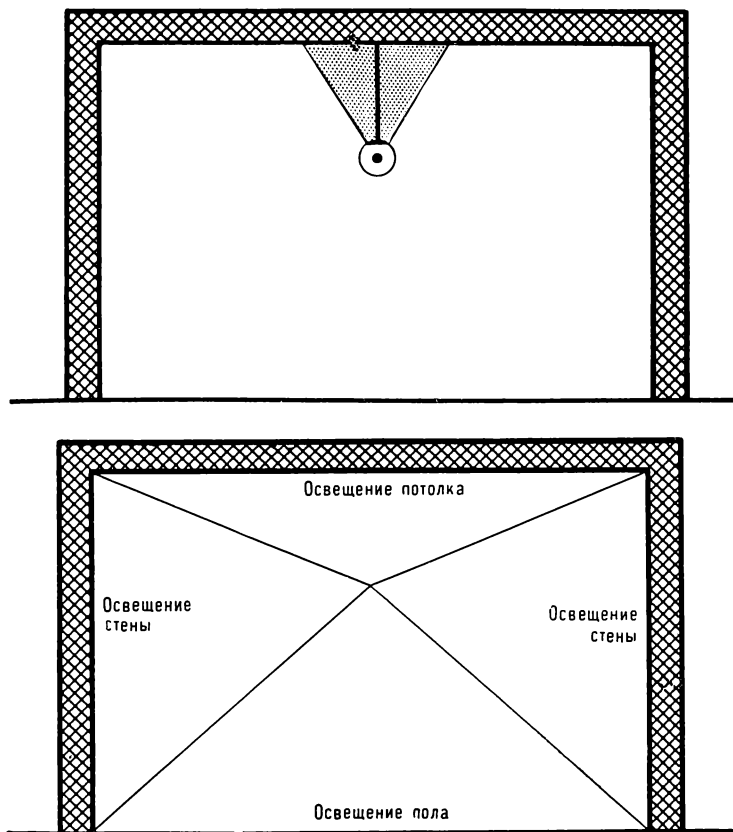


Рис. 32. Точечный источник света
вверху — распределение света; внизу — схема распределения
потока света

Рассеянный свет. Прямой свет лампы с большой светящейся поверхностью, как, например, у люминесцентных ламп или шарообразных светильников, называется рассеянным светом (рис. 33).

Отраженный свет. Если свет от своего источника сначала направляется к отражающей поверхности — к потолку или к стене, а источник света остается для нас невидимым, мы имеем освещение отраженным светом (рис. 34).

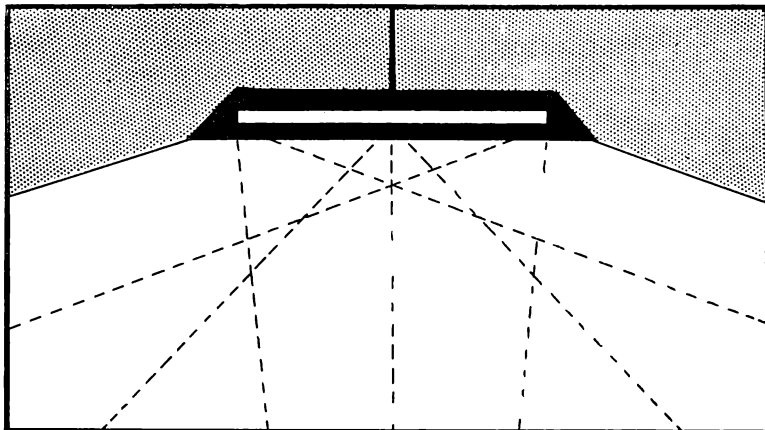


Рис. 33. При диффузном освещении создается впечатление, что свет исходит из бесконечного множества точек

Следует учитывать, что при освещении такого рода требуется больше энергии, чем при прямом освещении, и, кроме того, свет принимает окраску отражающей поверхности.

2.2. Способность тел изменять свет

Свет воспринимается и изменяется отдельными телами различно, и от этого зависит их цвет. Тело может частично или полностью отражать, поглощать или пропускать свет.

2.2.1. Светопронускающая способность тел

Прозрачные бесцветные тела. Оконное стекло при всей своей жесткости и хрупкости пропускает почти весь свет. Оно почти не изменяет естественных красок предмета, а если и изменяет их, то незначительно. Такие вещества, как оконное стекло, мы называем бесцветными или прозрачными. Свет проникает через молекулярное строение вещества почти беспрепятственно (рис. 35).

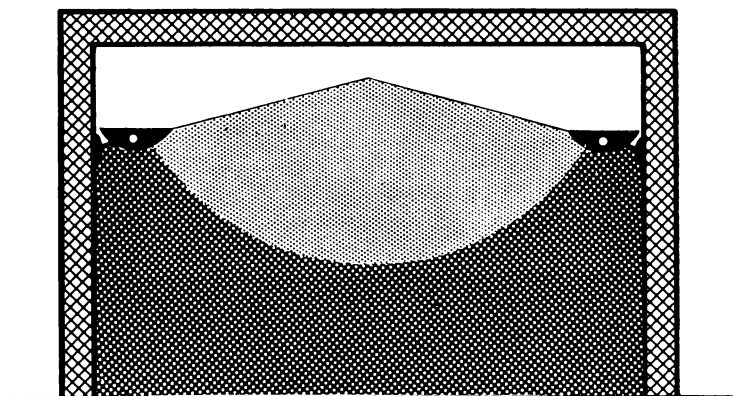
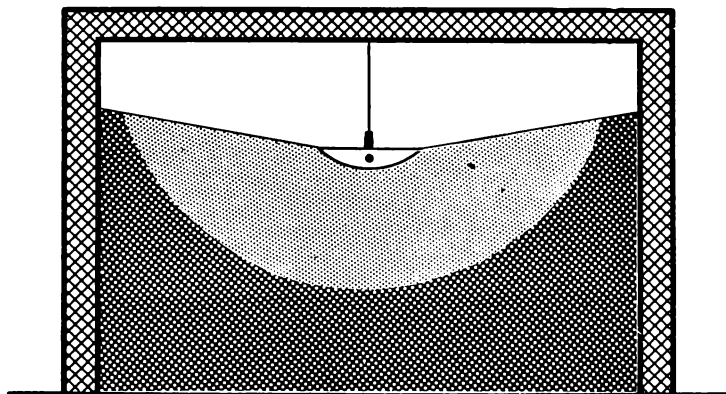


Рис. 34. Распределение света при отраженном освещении
вверху — плафон подвешен к потолку; внизу — непрозрачные светильники
укреплены на стене

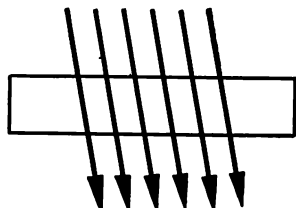


Рис. 35. Схема прохождения лучей через бесцветный, прозрачный слой

Прозрачные окрашенные тела. Через зеленые очки можно отчетливо распознать форму предметов. Но цвет сдвинется к зеленому. Зеленое стекло, красное вино, желтое льняное масло — все это окрашенные прозрачные вещества. Некоторые области спектра падающего света будут поглощаться, а другие могут пройти через данное вещество. Такие тела — цветные и прозрачные (рис. 36).

Просвечиваемые тела. Под освещенным белым, зеленым или красным абажуром форма лампы накаливания не различается. Свет лампы проникает через этот экран ослабленным. Свет рассеивается молекулярным строением таких веществ диффузно. Если вещество не погло-

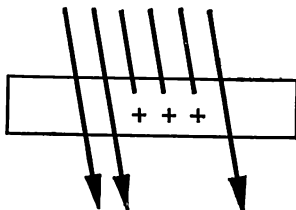


Рис. 36. Ход лучей и поглощение света цветным прозрачным веществом

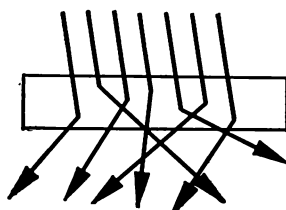


Рис. 37. Ход лучей и рассеивание просвечивающим веществом

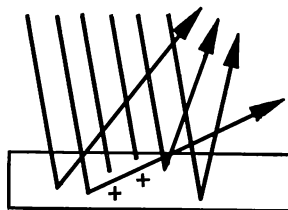


Рис. 38. Ремиссия и поглощение света в слое пигмента

щает какую-либо область спектра излучения источника света, то оно кажется белым. Если же определенные области спектра поглощаются, то вещество кажется окрашенным (рис. 37).

Непрозрачные тела. Кипа газет не пропускает свет и поэтому непрозрачна, хотя отдельный лист просвечиваем. Алюминиевая фольга также непрозрачна. От поверхности непрозрачных веществ свет либо отражается, либо, ремиссируя в слое, поглощается (рис. 38). Даже прозрачная в нашем понятии морская вода пропускает солнечный свет только приблизительно до глубины 200 м. Начиная от этой глубины вода становится непрозрачной.

2.2.2. Характеристики цвета

Любое цветовое впечатление следует рассматривать как сложное явление. Иными словами, каждый цвет обладает тремя характеристиками: цветовым тоном, светлотой и чистотой (насыщенностью). Например, зеленый цвет может варьироваться в следующих направлениях: приближаться к желтому или синему; быть светлее или темнее и быть более или менее чистым (насыщенным).

Эти три основные характеристики цветового впечатления как будто исчерпывают все возможные отличительные признаки цветов. Но прак-

тика показывает, что могут быть еще другие характерные признаки, зависящие от свойств и состояния тел, цвет которых рассматривается. Следует различать: цвета спектра, цвета накаливания, цвета металлов и цвета тел. Указанные цвета нельзя четко разграничить и изолировать друг от друга. В действительности мы находим бесчисленные переходы одной характеристики в другую. Однако упомянутые четыре определения являются наиболее типичными.

Цвета спектра. То, что называют чистотой, силой или блеском цвета наиболее четко выражено в спектральных цветах. Они возникают в прозрачном веществе либо при разложении света (дисперсии), либо при поглощении или фильтрации. Красное вино, просматриваемое против света, светится спектральным красным. Цвета спектра являются оптимальными цветами.¹

Цвета накаливания. До сих пор мы рассматривали явления, характерные для несветящихся тел. Светящиеся тела обладают цветами накаливания или самосветящимися цветами. Эти цвета могут принимать любой цветовой тон, но всегда будут только чистыми цветами (спектральные или оптимальные цвета). Поверхности раскаленных тел не воспринимаются. Раскаленным телам, как правило, не хватает также объемного вида. Шар воспринимается как плоскость (солнце). Это объясняется тем, что изо всех точек светящейся поверхности шара в наш глаз попадает одинаковое количество света. Окраска светящейся поверхности вызывается либо отсутствием, либо преобладанием световых волн определенных участков спектра.

Цвета металлов. Каждый металл обладает определенным цветом: золото желтоватое, серебро белое. Но желтый цвет золота отличается от желтого цвета неметаллического тела или спектра. Поэтому мы говорим о цвете металлов или о «металлическом эффекте». Но это не должно вводить в заблуждение, поскольку металлический эффект не обязательно связан с металлом. Даже неметаллы могут блестеть, как металл, и создавать такой эффект. Примером могут служить кристаллы фуксина. Они имеют темно-зеленый металлический блеск. Графит имеет темно-серый металлический блеск. Шкала цветов неоксидированных металлов невелика. Серебро, алюминий, цинк кажутся белыми, золото и латунь желтыми, медь красно-коричневая. Пурпурно-красных или темно-зеленых металлов мы не знаем. Искусственно все же добиваются и таких цветовых эффектов.

¹ Оптимальный цвет в колориметрии — это комплексное качество, состоящее из цветового тона и чистоты цвета. В отечественной теории и практике цветового решения интерьеров термин оптимальный цвет употребляется также по отношению к цветам, наиболее благоприятным в психофизиологическом и гигиеническом отношениях. К оптимальным цветам относятся цвета, расположенные в средневолновом участке спектра, малонасыщенные (с насыщенностью не выше 40%) и светлые (с коэффициентом отражения 50—70%). (Прим. ред.)

Цвет металлов возникает также из соотношения поглощения и отражения световых волн, как мы это наблюдаем у пигментов. Иначе происходит лишь отражение света. В то время, как у пигментов свет проникает в слой пигмента и там ремиссирует (нейтрализуется), в слой металла свет не может проникнуть. Он отражается от поверхности. Это отражение является решающим в характере цвета металлов. Серебро отражает почти весь свет. Золото поглощает волны сине-зеленых, медь— зеленых цветов.

Если металлы окрашены (сталеолевая фольга, анодированный алюминий), то окрашенный слой поглощает дополнительные области волн. Типичный металлический блеск возникает из-за направленного отражения лучей света непосредственно от поверхности.

Цвет тел. Непрозрачные тела могут быть, например, белыми, желтыми или зелеными. Это присущее им качество называют цветом тел или цветом вещей. Различаются ахроматические (бесцветные) цвета (белый, черный, серый) и хроматические (цветные) цвета (оптимальные цвета пигментов и приглушенные цвета).

Цвета тел возникают при ремиссии благодаря тому, что часть света, проникающая в тело, отражается диффузно (см. рис. 38). Свет, проникающий в тело, на своем пути может претерпеть многие изменения. Он может быть полностью отражен, но может быть также частично или полностью поглощен. От этого факта и зависит цвет поверхностей. Цветовой тон испытывает небольшое смещение в сторону белого, так как небольшая часть белого солнечного света диффузно отражается непосредственно от поверхности. Это явление названо Герингом «белой вуалью».

Если поверхность тела полированная или покрыта, например, лаком, водой, маслом или стеклом, то «белая вуаль» отсутствует. Поверхность в общем кажется несколько темнее; зато диффузное отражение превращается в параллельно направленное отражение и вызывает блеск или блики. Основная часть света, которая на обратном пути пробьет, рассеиваясь, глянецовый слой, вызывает впечатление цвета тела.

Цвет предметов. Свежий лист липы выглядит днем зеленым. Если его облучить красным светом, то он покажется черным. Но лист не потерял свойства отражать зеленый свет при естественном освещении. Таким образом, зеленый цвет является его собственным цветом, его «цветом предмета». Цвет, видимый при любом свете, называется цветом тела. Постоянная способность тела к отражению, обнаруженная при нормальном свете (дневном свете или искусственном такого же состава), называется цветом предмета.

Ахроматические цвета тел. Чтобы вещество могло вызвать впечатление белого, оно должно состоять из мелкозернистых прозрачных частиц. Если расколоть бесцветное прозрачное оконное стекло и собрать его, то из-за множества бликов оно не будет прозрачным. Если оконное стек-

ло растолочь, то частицы его лягут так близко одна к другой, что слой становится непрозрачным, белым и лишенным блеска, так как весь свет при этом отражается. Совершенно черной кажется сажа. Это мелкозернистое вещество отражает на поверхности лишь незначительный процент полученного света. Свет, проникающий в поверхностный слой, почти полностью поглощается. Только незначительное количество его отражается.

Если вещество поглощает от падающего на него света определенный процент из всех волн, то в зависимости от количества поглощенного света возникает светлый, средний или темный серый цвет.

Хроматические цвета тел. Оптимальный цвет пигментов отличается максимальной чистотой, которая возможна у пигментов. Но она никогда не достигает чистоты спектрального цвета. Поэтому он получает особое название. Ряд оптимального цвета пигментов, например красного, состоит из цветов от наиболее светлого чистого красного до наиболее темного, но чистого, красного (по Оствальду — чисто-светлые и чисто-темные цвета, цветной рис. 38). Те оптимальные цвета этого ряда, которые не кажутся ни черноватыми, ни беловатыми (т. е. абсолютно красный), считают абсолютным цветом пигментов.

Светлота абсолютного цвета пигмента различна: абсолютно желтый светлее, чем абсолютно синий или абсолютно красный. Приглушенными цветами считают серо-зеленый, красно-коричневый, сине-серый и т. д., т. е. все цвета, которые содержат часть серого (по Оствальду, замутненные цвета).

Абсолютный цвет пигментов. Абсолютный цвет пигментов возникает при определенных оптико-физических условиях. Поясим это на примере кривой отражения. Хромовосвинцовая соль поглощает из падающего света волны сине-зеленого, синего и фиолетового диапазона. Она отражает волны желто-зеленого, желтого, оранжевого до желто-красного диапазона. Это создает впечатление желтого цвета (цветной рис. 19). Таким образом, в этом случае желтый цвет вызывается всем диапазоном волн от зеленого до красного. Доля желтого преобладает и в этом случае говорят о доминирующей (т. е. преобладающей) длине волны. Доля прочих волн будет тем незначительнее и их действие тем слабее, чем дальше они отдалены от доминирующей волны. Но они простираются у абсолютных цветов на половину спектра (цветной рис. 19). Их границами являются дополнительные длины волн спектра (на спектральном круге эта область наглядно может быть представлена в виде половины круга). Синие цвета тел также создаются диапазоном волн, начиная от зеленого, синим и кончая фиолетовым цветом.

При оптимальных цветах, которые кажутся более светлыми, чем абсолютные цвета пигментов, область ремиссии внутри спектра шире его половины. Самый светлый оптимальный цвет имеет наиболее широкую область ремиссии, самый темный оптимальный цвет обладает лишь незначительной областью ремиссии.

Определенные пигменты, например охра, английская красная (мумия), умбра и др., обладают более или менее приглушенным цветом, т. е. в этих пигментах можно обнаружить как белые, так и черные компоненты. Эти составные части обнаруживаются в области ре-миссии.

2.2.3 Действие, оказываемое поверхностью тела на цветовосприятие

Свет вызывает на поверхности тел наряду с цветовыми явлениями еще и блеск. От глянцевой до матовой поверхности имеется ряд промежуточных ступеней (блеск масла, лака, шелка и т. д.).

Глянец. Глазурованная фарфоровая тарелка и полированная серебряная ложка блестят. Причина этого блеска — в физической структуре поверхности тела: она совершенно гладкая. Например, жидкости имеют такие поверхности. Ни одна молекула не выступает над поверхностью тела, и свет, падающий на эту поверхность параллельно, так же параллельно и отражается. Когда глаз смотрит на тело в том направлении, откуда идет отраженный луч, он воспринимает в месте отражения четко очерченный светлый блик. Если же взор направлен на зону, из которой в глаз лучи не направлены, то мы не видим блика, хотя из этой зоны также исходят лучи, имеющие другое направление. Человек, находящийся рядом с нами, будет, следовательно, воспринимать блик в другом месте, а не там, где воспринимаем мы. Когда мы передвигаемся, блик как бы передвигается вместе с нами. Следовательно, только чрезвычайно гладкие и плотные поверхности обладают глянцем. Воспринимается глянец только, когда мы видим в непосредственной близости друг от друга и блики, и затененные участки.

Шелковый блеск. Если гладкая поверхность покрыта параллельными, равномерными, близко расположенными друг к другу тонкими бороздками, то возникает так называемый шелковый блеск. Чем тоньше и равномернее желобки, тем более совершенным кажется этот блеск, типичный для шелковых тканей, от которых он и получил свое название. Мы наблюдаем этот блеск, например, у грампластинок.

Матовые поверхности. Клеевые окраски, промокательная бумага или слой пыли кажутся матовыми. Причина этого — в мелкопористой более или менее шероховатой поверхности. При воздействии кислоты или щелочи на поверхность металла на ней создается мелкая, очень равномерная шероховатость. Свет, падающий на такую поверхность, рассеивается в различных направлениях, т. е. отражается диффузно. Из всех точек поверхности в наш глаз попадает одинаковое количество света. Концентрации света в каком-либо отдельном месте не наблюдается. Поэтому поверхность воспринимается равномерно освещенной, неблестящей, матовой.

2.2.4. Интенсивность и светлота

Мы называем свет нормальным, если его состав аналогичен или приближается к солнечному свету. Полуденное солнце богато энергией, интенсивность излучения большая. В сумерки интенсивность меньше. Количество отраженного света или часть его, отражаемая телом, изменяется в течение дня с высотой стояния солнца. Таким образом, изменяется интенсивность или яркость. Если мы говорим о светлом помещении, о хорошо освещенной витрине или о темном подвале, то «светлое» или «темное» будет относиться в этом случае к интенсивности излучения.

Если же понятие «светлый» применяется в качестве отличительного признака или для сравнения двух или большего числа цветов (если установлено, например, что желтый светлее фиолетового), то светлый (или темный) сопоставляется либо с белой поверхностью — эталоном максимальной светлоты, либо с черной поверхностью — эталоном максимальной темноты. Наше суждение в этом случае означает качество или свойство воспринятого цвета. Само собой разумеется, влияние интенсивности на внешний вид цвета сохраняется. При большей интенсивности изменяется так называемая отчетливость цвета.

Далеко безразлично, наблюдаем ли мы ахроматический ряд или ряд от белого к любому абсолютному цвету в лунном свете, в утренних сумерках или в полдень. В сумерки белый и черный цвета изменяют свой характер и сереют. Только при полном свете они выступают отчетливо и выявляется полный белый или глубокий черный. Эту отчетливость все цвета приобретают с возрастанием интенсивности света, пока не наступит ослепление.

3. СМЕШЕНИЕ ЦВЕТА

Учение о смешении цвета имеет целью выяснить закономерности и рациональные пути смешения цвета и научить специалистов быстро и целенаправленно получать любой желаемый цвет. Учение о смешении цвета также дает представление о многообразии цвета. Оно образует основу для гармонических цветовых комбинаций.

В учении о смешении цветов различают сложение и вычитание. Сложение цветов — это получение цвета путем синтеза цветного света, а также цветных поверхностей на оптическом круге. О вычитании говорят, когда свет проходит через цветной фильтр. Смешение пигментов с физической точки зрения также является вычитанием.

Таким образом, цвет образуется путем сложения света (при синтезе цветного света и цветных поверхностей) и вычитания света (при фильтровании света и при смешении пигментов).

Необходимо заметить, что сложение и вычитание света дают совершенно различные результаты. Учение о смешении цвета рассматривает законы смешения, действующие в каждой группе, и системы цветовых таблиц, являющиеся результатом этих закономерностей.

3. 1. Сложение света

В разделе 2.1.7 было указано, что синтез двух или более различно окрашенных компонентов в единое цветовое впечатление происходит только в зрительном центре. В этом случае мы имеем синтез цветного света (аддитивно суммирующее смешение). Например, цветной свет используется для освещения сцены, различных помещений, а также для реклам. При этом различно окрашенный свет накладывается друг на друга. Это представляет собой синтез цветных поверхностей (аддитивно долевое смешение).

Например, несколько различно окрашенных поверхностей, расположенных на оптическом диске или конвейере, воспринимаются глазом поочередно. Небольшие расположенные близко друг к другу цветные

поверхности — точки или штрихи — действуют на глаз одновременно (цветной растр при многоцветной печати).

3.1.1. Синтез цветного света

Цветным считают любой свет независимо от его происхождения. Он может быть получен с помощью призмы (например, спектральный желтый), с помощью фильтров (например, через желтый светофильтр) или непосредственно как цветное излучение (например, желтый свет натриевой лампы). Представим себе цвета используемого света в форме цветового круга (цветной рис. 15). Тогда о цветном свете соответственно расположению цветов на цветовом круге можно сказать: при паре желтый—синий — о свете противоположной окраски, при паре желтый—пурпурно-красный — о свете чужеродной окраски, при паре желтый—оранжевый — о свете родственной окраски.

Опыты

1. Если направить два цветных пучка света одинаковой насыщенности и интенсивности на белый экран перпендикулярно, как показано на цветном рис. 4, то в результате:

а) синтеза света противоположной окраски (желтого и синего) возникает белый свет;

б) синтеза света чужеродной окраски (желтого и пурпурного) возникает светлый оранжевый свет;

в) синтеза света родственной окраски (желтого и красного) возникает оранжевый свет.

Из опыта видно, что при синтезе дополнительных цветов пропадает цветность и создается впечатление наиболее светлого, т. е. белого света. При синтезе чужеродного цветного света получается очень светлый промежуточный свет. При синтезе родственного цветного света получается промежуточный цвет без заметного высветления.

2. Если направить два пучка цветного света одинаковой насыщенности и интенсивности на белый экран под острым углом, как показано на цветных рис. 20 и 21, то:

а) синтез желтого и синего света дает непрерывный цветной ряд от желтого через светло-желтый, белый, светло-синий к синему (рис. 20); это правило относится ко всем противоположным парам;

б) синтез чужеродного цветного света (желтого и фиолетового) (цветной рис. 21) дает непрерывный цветовой ряд от желтого через светло-оранжевый, розовый, светло-пурпурный к фиолетовому; эта комбинация дает наиболее светлый цвет — розовый, но не белый; это правило относится ко всем чужеродным парам;

в) синтез родственного света (желтый и красный) дает непрерывный цветовой ряд от желтого через оранжевый к красному. Это правило относится ко всем родственным парам.

3. Если направить три пучка различно окрашенного света равной насыщенности и интенсивности на белый экран, то желтый, пурпурный и сине-зеленый свет дает белый свет.

4. Если направить три пучка различно окрашенного света, из которых один более интенсивен и насыщен, на белый экран, то желтый свет, более насыщенный красный и сине-зеленый свет дадут розовый.

В ы в о д ы

1. При синтезе нескольких различно окрашенных пучков света в области наложения возникает только одно цветное впечатление.

2. Сумма цветного света кажется светлее, чем каждый суммируемый свет. Чем больше цвета приближаются к дополнительным, тем более светлыми воспринимаются результаты их смешения. Суммируются не только цветовые компоненты, но также и интенсивность и светлота.

3. Если преобладает один цветовой компонент, то он при синтезе будет определяющим.

4. Сумма всех спектральных цветов, т. е. бесконечное множество противоположных цветовых пар, дает белый свет.

3.1.2. Изображение спектральных цветов

Если результаты синтеза цветного света нанести на внутреннюю поверхность цветового круга, то в точке пересечения дополнительных цветов, т. е. в центре круга, будет находиться так называемая белая точка (см. рис. 54). Вокруг белой точки группируются цвета всех ступеней светлоты. Их насыщенность возрастает к периферии круга (см. раздел 3.4 МКО и TGL — цветовые плоскости).

Светлые цвета внутренней поверхности получают не просто смешением насыщенного света с белым, но каждый светлый цвет образуется путем прямого синтеза двух или нескольких насыщенных цветов. Так, например, светло-красный цвет, изображенный на цветном рис. 22, представляет собой сумму равных долей желтого и фиолетового света. Он является также результатом сложения неравных частей оранжевого и синего света или красного и зеленого света. Можно было бы провести еще любое число пересекающихся линий через место светло-красного цвета и тем самым найти и другие пары цветов, которые дополняются в соответствующих долях до светлого красного. То же самое действительно для любого цвета внутри цветового круга. Эта закономерность действует без исключения при синтезе цветного света.

В нашем примере имелось в виду, что свет, участвующий в синтезе, не изменяет энергии излучения. Если же энергия излучения постепенно слабеет, то свет и цвет, полученный в результате смешения, темнеют, пока не исчезнет окраска и не возникнет ахроматический цвет. Эти цвета нельзя представить на плоскости ранее описанного цветового круга. Они должны были бы слиться под плоскостью в черную точку.

3.1.3. Синтез цветных поверхностей

Слияние различно окрашенных поверхностей в единое цветовое впечатление происходит следующим образом:

а) различно окрашенные поверхности влияют на наш глаз в быстрой последовательности, как, например, на вращающемся оптическом круге или движущемся конвейере;

б) очень маленькие различно окрашенные поверхности или цветные точки лежат так близко друг возле друга, что наш глаз не видит отдельные цвета полос и точек, а регистрирует только общее впечатление (цветной рис. 29). Например, пуантилистическая¹ манера живописи, растровая печать, переплетение волокон в ткани, надписи на большом удалении.

Синтез дополнительных цветов. Если окрасить равные секторы оптического круга противоположными цветами — желтым и синим (№ 1 и 13 цветового круга TGL), то вращающийся круг кажется серо-желтым (цветной рис. 23). Если желтый сектор увеличивается, то результат сложения приближается к чистому желтому (цветной рис. 24). Если увеличивать синий сектор, то круг кажется серым (цветной рис. 25), при дальнейшем увеличении — серо-синим (цветной рис. 26).

Таким образом, можно путем постоянного изменения соотношения между желтым и синим образовать части цветового ряда, которые ведут от чистого серого через серо-желтый, серый, серо-синий к чистому синему. Это закономерное явление, которое действительно для всех противоположных пар. Необходимо обратить внимание на следующие особенности:

желтый и синий суммируются в светлый серый;

серый получается из неравных частей абсолютных цветов.

Закономерные явления при синтезе цветных поверхностей дополнительных цветов. Напрашивается сравнение результатов сложения цвета синих и желтых поверхностей с результатом синтеза света. Желтый и

¹ Пуантилизм (от le point [франц.] точка) — во второй половине XIX столетия излюбленная манера художников-импрессионистов. Чистые цвета наносились отдельными точками или небольшими штрихами, так что только в глазу результировался задуманный тон. Первоначальная чистота и светлота цвета сохраняется.

синий свет суммируется в белый свет. Желтая и синяя поверхности дают серую поверхность. Часто утверждают, что на оптическом диске белый цвет не может возникнуть потому, что цветная окраска никогда не сможет достичь яркости и насыщенности света или спектрального цвета. Это объяснение верно. Различные результаты имеют свои причины, заключающиеся в том, что каждый из рассматриваемых видов смещений подчиняется своим закономерностям.

При световом синтезе суммируется количество накладываемого света. Например, к энергии излучения диапазона отражения желтого света целиком добавляется энергия диапазона отражения синего света. Эта сумма соответствует совокупности всех цветов спектра и поэтому называется аддитивно-суммарным смещением. Оно вызывает впечатление белого.

При синтезе на оптическом круге дело обстоит совершенно иначе. Здесь попадают в глаз попеременно световые волны желтого и синего диапазона отражения. Излучение желтого сектора при прохождении через синий сектор прерывается, так как пока действует один, влияние другого исключается. В определенный момент в наш глаз попадает не сумма, а только одна половина всего спектрального цвета, т. е. половина световой энергии, которая создает впечатление белого; это дает серый цвет. Поэтому этот синтез называется суммарно долевым.

При пуантилистической манере живописи цвета точек вызывают дополнительное цветовое раздражение, так как цвета действуют на наш глаз одновременно (цветной рис. 29). По той же причине мерцает надпись (чаще плотная), когда буквы и фон состоят из дополнительных цветов одинаковой светлоты (цветной рис. 27).

Синтез чужеродных цветов. Желтый и сине-зеленый (№ 1 и 17) сливаются на вращающемся диске в светлый приглушенный желто-зеленый. Сине-зеленый и фиолетовый (№ 18 и 11) смешиваются в светлый слегка приглушенный синий.

Таким образом, полученный в результате синтеза цвет всегда светлее и более приглушен, чем компоненты. Первое было достаточно обосновано при рассмотрении сложения дополнительных цветов.

Особенность второго (приглушенность) вытекает из того факта, что чужеродные цвета уже содержат противоположные диапазоны, которые взаимно приглушаются и тем самым дают серый цвет.

Синтез родственных цветов (соседних цветов). Какие бы родственные цвета не суммировались, как результат возникает промежуточный цвет, соответствующий составным частям. Если, например, желтого много, а оранжевого мало, то возникает желто-оранжевый. Изменение светлоты практически незначительно.

Синтез черного и белого цветов. Если окрасить одинаковой величины сектора круга черным и белым, то на вращающемся диске возникает очень светлый серый цвет. Чтобы получить средний серый, нужны три

части черного и одна часть белого. Более светлый, обладающий большей энергией цвет здесь доминирует. Путем соответствующего изменения величины секторов можно получить все ступени между черным и белым. Полученный на оптическом диске серый цвет не идентичен с хо-

лодным серым, который на практике получается из смешения белого и черного пигментов. На диске из черного и белого возникает совершенно нейтральный серый. Он играет существенную роль в нашем дальнейшем изложении в качестве эталона серого цвета (рис. 39).

Соотношение цветных поверхностей. На оптическом диске две части синего дополняются одной частью желтого. Это не равные части абсолютных цветов. Так же дело обстоит с парой оранжевого и сине-зеленого, аналогичные пропорции у желто-зеленого и фиолетового.

Небольшой сектор более светлого абсолютного цвета, т. е. более активного цвета, может компенсировать больший сектор желтого абсолютного цвета, т. е. пассивного цвета. Если насыщенному желтому противопоставляется очень светлый, серо-синий или темно-синий цвета, то для уравнивания достаточно узкий сектор желтого. Более насыщенный цвет преобладает над ненасыщенным. Эти наблюдения имеют особое значение для цветоподачи, так как эстетическое воздействие

группы цветов в значительной мере зависит от правильного соотношения величины цветных поверхностей (цветной рис. 28).

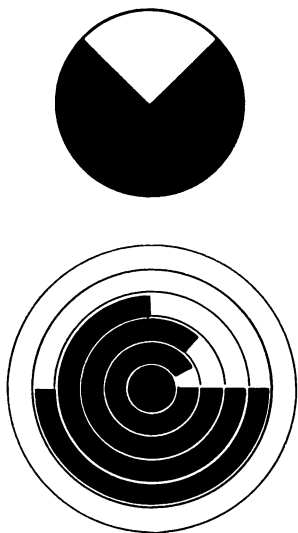


Рис. 39. Соотношение различных по величине черных и белых секторов дает различные ступени серого

3.2. Вычитание света (субтракция)

При смешении пигментов и красящих веществ спектр отраженного света сужается путем отбора определенного диапазона волн. Этот процесс назван вычитанием света. Нагляднее всего это можно представить, используя фильтры. Все процессы отбора происходят вне органов зрения на телах, в телах или цветных слоях. Различается два характера субтракции:

- 1) неограниченное действие субтракции при использовании фильтров, фильтроподобных красящих веществ и морилок;
- 2) ограниченное действие субтракции при наличии пигментных слоев и соответствующего смешения. В этом случае наряду с субтракцией наблюдается также частичное сложение.

3.2.1 Фильтры и красящие вещества и их субтрактивное действие

Фильтры и красящие вещества одинаковы в своем действии. Каждое красящее вещество в принципе является фильтром, веществом, которое выделяет и поглощает определенные диапазоны световых волн. Фотографы и осветители сцены работают с фильтрами, оформители — с красящими веществами. Для опыта безразлично, будет ли покрыта белая бумага, например, красным или зеленым стеклом или окрасят ее красной или зеленой тушью.

3.2.2. Закономерные явления субтракции света

При вычитании света, так же как и при синтезе, наблюдаются определенные закономерности, но они будут другими, чем при синтезе. Поэтому опыты необходимо проводить систематически с охватом всех особенностей. Результаты этих опытов представляют собой основу для смешения пигментов. Поэтому они особенно важны для художников.

Субтрактивно-дополнительные цвета. Если на пути луча белого света поставить один за другим зеленый 19 и красный 7 фильтры, то будет черный цвет; фильтры желтый 1 и синий 13 дают зеленый цвет. Сопоставление этих двух опытов показывает, что при субтракции света противоположным характером обладают одни пары, а при синтезе — другие.

Желтый и синий цвета, называемые при синтезе света противоположными или дополнительными, при субтракции не дают черного, взаимно не уничтожаются, а оставляют зеленую область ремиссии. Это не случайное, а закономерное явление, оно вызвано различными диапазонами ремиссии желтого и синего пигментов. В то время, как диапазон ремиссии желтого простирается через половину цветового круга, диапазон ремиссии синего заканчивается уже у фиолетового. Для приглушения зеленой части желтого диапазона ремиссии необходим пурпурный цвет, отсутствующий в спектре.

Правильность этого высказывания легко доказать. Если поставить один за другим на пути луча света синий и пурпурный фильтры, то оставшийся зеленый исчезнет. Вместо синего и пурпурного фильтра можно поставить также фиолетовый; действие то же. Следовательно, субтрактивно дополнительный цвет к желтому 1 не синий 13, а фиолетовый 12.

Поскольку отсутствие в спектре пурпурного цвета влияет на многие цветовые пары, дополнительные цвета при субтракции будут другими. В субтрактивном цветовом круге они расположены друг против друга и названы субтрактивно дополнительными цветами (цветной рис. 48).

Субтракция чужеродных цветов. Желтый и пурпурный цвета дают темный приглушенный оранжевый. Оранжевый и фиолетовый цвета дают темный приглушенный пурпурный; зеленый и фиолетовый — темный приглушенный синий. Цвета, получаемые в результате вычитания чужеродных цветов, всегда темнее, чем ожидаемое среднее исходных абсолютных цветов. Они оказываются всегда более приглушенными, чем использованные для смешения исходные цвета, т. е. из двух абсолютных цветов нельзя получить путем фильтрации третий абсолютный цвет.

Субтракция родственных цветов (соседних цветов). Желтый и красно-оранжевый цвет дают оранжевый. Сине-зеленый и сине-фиолетовый дают темно-синий. Из желто-зеленого и желто-оранжевого получается темный приглушенный желтый. Следует отметить, что получаемые цвета немного темнее исходных. Это особенно видно на желтом секторе. Во всех прочих диапазонах из родственных цветов можно получить промежуточные достаточно чистые цвета, их даже можно считать абсолютными цветами.

3.2.3. Система цветowych таблиц по принципу субтракции цвета

Субтрактивный цветовой круг, в котором желтый и фиолетовый противостоят друг другу, представляет основу этой системы. Черный — результат субтракции дополнительных цветов — располагается в центре круга. На радиусах круга лежат все темно-чистые цвета. Ахроматический ряд можно построить, опустив перпендикуляр на плоскость круга (рис. 40).

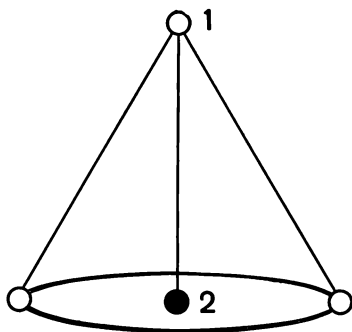


Рис. 40. Расположение ахроматической оси относительно поверхности цветового круга при смешивании пигментов (субтрактивное смешение)

1 — белый; 2 — черный

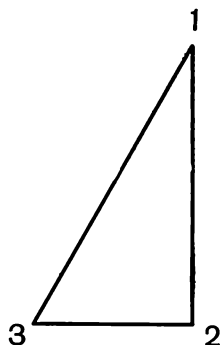


Рис. 41. Цветовой треугольник. Абсолютный цвет, белый и черный расположены в вершинах треугольника

1 — белый; 2 — черный;
3 — абсолютный цвет

На линиях, связывающих абсолютный цвет с белым, лежат все светлые чистые цвета. Во внутренней плоскости треугольника, в вершинах которого расположены абсолютный цвет, черный и белый, находятся все приглушенные цвета, производные этих цветов (рис. 41).

Эта система образует простой конус, где можно разместить все возможные цвета. Каждый цвет занимает место, которое предназначено ему на основе закономерностей субтракции света.

3.3. Смешение пигментов

Приведенные примеры иллюстрируют принципы смешения, хотя результаты иногда могут быть несколько различными. Но это не означает, что закономерности результатов смешения отсутствуют.

3.3.1. Названия цветов и пигментов

Цвет неразрывно связан с веществом. Поэтому зачастую название вещества использовалось для обозначения оптического явления. Название материала переходило и на цвет, например кино-варь, крапплак, ультрамарин, охра. Крапплак едва ли еще получают из корней морены. Его давно научились делать искусственно из производных смол. Но мы еще до сих пор говорим о крапплаке, если хотим назвать этот особый красный цвет. Очевидно, что такой подход к выбору названия цвета не может считаться удовлетворительным.

Не раз делались попытки ввести достаточно большое число однозначных названий цветов. К сожалению, они до сих пор еще не получили права гражданства. Особенно важно отразить в названии одновременно цвет и химические особенности вещества (например, свинцовые белила, хром желтый или ультрамарин синий). В настоящее время в ГДР разрабатывается цветовой стандарт. Основная задача состоит в том, чтобы множество похожих пигментов (например, зеленые или охристые пигменты) ограничить определенным числом хорошо известных художнику веществ. Стандартизация относится, кроме того, к определению цветового тона, насыщенности и светлоты, а также к красящей способности пигментов, т. е. к концентрации или кроющей способности. В табл. 1 приводятся названия и цвета пигментов.

Название и цвета пигментов

Номер цветового тона по TGL	Приблизительное соответствие цветовым таблицам Баумана	Цвет	Пигмент
1	C	Лимонный желтый	Цинк желтый, хром желтый, кадмий желтый лимонный
2	So	Желтый средний	Хром желтый, универсальный желтый, кадмий желтый, натуральный желтый
3	Os	Золотисто-желтый (оранжевый желтый)	Хром желтый, оранжевый
4	O	Желто-оранжевый	Хром оранжевый, кадмий оранжевый, натуральный оранжевый
5	Or	Красно-оранжевый	Универсальный оранжевый, сурик свинцовый
6	Ro	Сигнальный красный	Сигнальный красный, киноварь (натуральная и искусственная)
7	R	Красный средний	Натуральный красный, кадмий красный
8	Pp	Карминно-красный	Кармин (натуральный и искусственный)
9	Pv	Пурпурно-красный	Крапплак (натуральный и искусственный)
10	Vp	Пурпурно-фиолетовый	Кармин фиолетовый
11	V	Фиолетовый	Натуральный фиолетовый
12	Vb	Сине-фиолетовый	Кобальт фиолетовый
13	Bv	Фиолетово-синий	Ультрамарин фиолетовый
14	B	Ультрамарин	Ультрамарин
15	Bz	Синий средний	Натуральный синий, универсальный синий, кобальт синий
16	Bzg	Бременский синий (зелено-синий)	Шотландский синий
17	Gbb	Цианистый синий	Зеленый ультрамарин
18	(Gbb)	Бирюзовый (сине-зеленый)	— —
19	Gb	Цвет морской волны	Окись хрома
20	(Gb)	Изумрудный (синеватый зеленый)	Зеленый хром голубоватый
21	Gc	Средний зеленый	Хром зеленый средний, цинк зеленый средний
22	Gcc	Желто-зеленый	Универсальный зеленый
23	Ggg	Травяная зелень (желто-зеленый)	Цинк зеленый желтоватый
24	Cg	Зеленовато-желтый	Хром желтый зеленоватый, цинк желтый зеленоватый

НАЗВАНИЯ ЦВЕТОВ И ПИГМЕНТОВ, НЕ ВКЛЮЧЕННЫХ В ТАБЛИЦУ ЦВЕТОВЫХ ТОНОВ

Ц в е т	П и г м е н т
Белый	Мел, свинцовые, цинковые и титановые белила
Серый	Серый цинк, серый сланец
Черный	Черная слоновая кость, сажа черная, окись железа черная
Желто-коричневый	Охра, сиена натуральная, окись железа желтая
Коричнево-красный	Английская красная, сиена жженая
Красно-коричневый	Умбра (окись железа красная)
Темно-коричневый	Касильская коричневая

3.3.2. Смешение хроматических пигментов

При работе с субтрактивно-дополнительными парами цветов следует ориентироваться по субтрактивному цветовому кругу (цветной рис. 48) и обратить внимание на то, какие цвета стоят друг против друга. Смешивая пигменты, нужно образовать ряд от желтого к сине-фиолетовому из пяти или семи ступеней. Средняя ступень в ряду будет казаться темно-серой. При этом следует придерживаться следующих правил. С желтым / фиолетовый не должен содержать много красного, так как средняя ступень будет красновато-серой; фиолетовый не должен содержать также много синего, поскольку при этом получается сине-серый цвет.

Составляющие, из которых получается нейтральный серый цвет, определяют не путем равных отношений масс или количества, так как пигмент с желтым / цветовым тоном может быть по удельному весу легким или тяжелым, он может обладать меньшей или большей кроющей способностью. Крупная фракция пигментов снижает их кроющую способность. Величина зерен также определяет градацию полученного серого цвета при смешении противоположных пар цветов. Смешение акварельных красок мельчайшей фракции пигмента дает почти черный цвет, как и при субтракции. Груботертые бочечные малярные краски дают значительно более светлые цвета при смешении. Опыты с окрашенными зернами сахара дают смешения, светлота которых соответствует по чистоте пуантилистическому смешению. Это объясняется тем, что пигменты подобны крошечным фильтрам, которые в кроющем слое лежат не только друг возле друга, но и друг за другом. При этом они поглощают весь свет, создавая впечатление черного цвета. Пигменты, расположенные друг возле друга, дают средний серый цвет. Поэтому общий результат цветового впечатления при смешении пигментов дополнительных цветов на средней ступени (черный+светло-серый) будет темно-серый.

То, что наблюдается при смешении желтого и фиолетового цветов, естественно, относится ко всем парам дополнительных цветов.

Смешение чужеродных цветов. Начнем опыты опять с желтого. Составим цветовые ряды (в пять ступеней):

- 1) от желтого до пурпурно-красного;
- 2) от желтого до синего.

Первый ряд представляет собой переход от чистого желтого через приглушенный оранжевый к чистому пурпурно-красному. Таким образом, все полученные промежуточные цвета будут приглушеннее, чем использованные при смешении исходные цвета. Второй ряд представляет собой переход от чистого желтого через приглушенный зеленый к чистому синему. Опыт показывает, что крупнозернистые пигменты дают более приглушенный результат смешения, чем тонкотертые краски.

Если составить еще один ряд из чужеродных цветов красного и синего, то можно заметить, что приглушенность выступает наиболее отчетливо в смешиваемых фиолетовых, промежуточных цветах. При описании субтракции света уже говорилось о том, что при смешении желтого и синего диапазон ремиссии синего не может поглотить все диапазоны зеленого, так как сокращается пурпурным разрывом. Эта оставшаяся зелень благоприятно отражается на смешении пигментов. Таким образом, смешение желтого и синего дает достаточно чистые промежуточные ступени зеленого. При смешении красного и синего цветов сказывается отсутствие пурпурного сектора.

Результаты смешения очень сильно теряют в насыщенности.

Можно ожидать, что цвета, получаемые в результате смешения, будут темнее, чем смешиваемые исходные цвета. Это является следствием субтракции света при смешении пигментов.

Смешение родственных цветов. При составлении из трех ступеней рядов цветов, полученных путем смешения желтого с оранжевым и синего с фиолетовым, видно, что родственные цвета при смешении дают промежуточный цвет, отличающийся лишь несколько меньшей насыщенностью. Так, например, киноварь полной чистоты нельзя получить путем смешения красновато-оранжевого и пурпурно-красного цветов.

Желтый цвет, самый светлый в цветовом круге, также нельзя получить путем смешения даже родственных цветов, поскольку все цвета, полученные при смешении, будут более темными и менее насыщенными; таким образом, из желтовато-зеленого и оранжевого получается желто-коричневый, а не желтый. Чистый синий цвет также нельзя получить путем смешения родственных ему цветов.

На основании того факта, что желтый, красный и синий цвета оптимальной чистоты нельзя получить путем субтрактивного смешения, т. е. из пигментов другого цвета, возникла в прошлом теория о трех основных цветах. Из названных трех абсолютных цветов, однако, нельзя получить путем смешения остальные абсолютные цвета такой же степени чистоты (рис. 42 и 43). Чтобы оправдать теорию трех основных цветов, часто используют при смешении два разных синих, два разных

красных и два разных желтых цвета. Но такое решение не спасает теории трех цветов. Наоборот, именно такой подход служит практическим доказательством того, что в качестве исходной базы для получения чистого цвета необходимо по меньшей мере шесть цветов. Если к чистоте цветового тона предъявляются высокие требования, то рекомендуется применять 12 несмешанных пигментов.

В результате изложенного становится понятным, что для смешения пигментов нельзя установить какого-либо применимого для всех случаев закона. Можно лишь заключить, что из относительно далеко отстоящих друг от друга цветов можно получить путем смешения зеленый

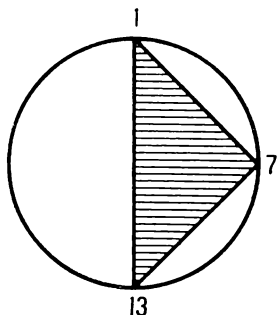


Рис. 42. Путем сложения трех цветов — желтого, красного и синего (ультрамарин) — можно получить лишь цвета, заключенные в заштрихованном треугольнике

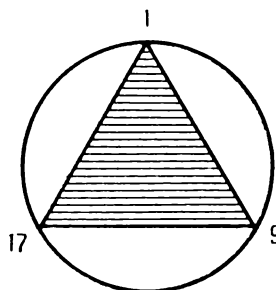


Рис. 43. Путем смешения трех цветов — желтого, карминно-красного и берлинской лазури — можно получить лишь цвета, заключенные в заштрихованном треугольнике

цвет без заметного помутнения (из желтого 1 и зеленовато-синего 16). Оранжевый можно получить при смешении желтого 1 с красным 6; при смешении желтого 1 с красным 7 или 8 уже наблюдается значительное помутнение. Фиолетовые тона можно получить лишь из расположенных непосредственно рядом цветов. Желтый, красный и синий цвета нельзя получить путем смешения.

3.3.3. Смешение хроматических и ахроматических пигментов

Смешение черного и белого цветов. Образуйте из всех имеющихся в вашем распоряжении черных и белых пигментов нейтральные ряды. Получится множество различных оттенков. В общем все результаты смешения будут иметь синеватый оттенок. Причину этого явления следует искать в том особом положении, которое занимает любой белый пигмент и любой просвечивающий белый слой при процес-

сах смешения. Повседневная практика дает достаточно примеров этого явления.

Так, например, капля молока на темном фоне, отсвечивает синим. Очень тонкий слой белой масляной краски на темном фоне также имеет синеватый оттенок. Если пергаментную бумагу положить на черный фон, то этот фон кажется синим.

Смешайте на белой бумаге акварельными красками нейтральный ряд из пяти ступеней между черным и белым. При этом более светлый серый цвет должен получаться только путем большего разбавления, а не путем добавки белой краски. Сравнение с серым цветом, полученным путем вращения цветового круга, покажет, что полученный при помощи акварельных красок ахроматический ряд дает нейтральный серый цвет.

Образуйте теперь на черном фоне при помощи белой прозрачной краски ахроматический ряд. Можно ожидать, что при обоих опытах получатся одинаковые по характеристике серые цвета. Однако результаты опытов не подтверждают этих ожиданий. Цветовой ряд, полученный при помощи прозрачной белой краски, будет иметь синеватый оттенок.

Таким образом, смешение на вращающемся цветовом круге дает нейтральный серый цвет. Прозрачные черные цвета на белом фоне также дают нейтральный серый. Прозрачные белые на черном фоне придают серому синеватый оттенок. Результаты смешения белого и черного цветов также дают синевой.

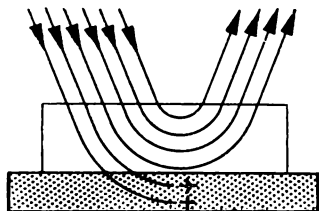


Рис. 44. Схематическое изображение пути прохождения световых лучей через тонкий белый слой. Часть лучей поглощается темным фоном

Это явление объясняется следующим образом. Там, где световые лучи проходят через тончайший светлый слой на темном фоне, ощущается синеватый оттенок. На рис. 44 видно, что коротковолновые лучи в белой среде, проникнув на незначительную глубину, меняют свое направление и вновь покидают эту среду. Длинноволновые лучи, напротив, проникают на большую глубину, так как они описывают кривую преломления большого радиуса. В слишком тонких слоях они уже не могут изменить своего направления. Они проходят в темный слой и там поглощаются. В результате этого из всего падающего света в наш глаз попадает сравнительно большое количество коротковолновых и малое количество длинноволновых лучей. Эта неравномерная смесь световых волн создает у нас впечатление синеватого цвета.

То, что можно сказать о белом слое на черном фоне, относится в известных границах и к белым пигментам, которые расположены в смеси перед темными пигментами. В практике известны многочисленные варианты, когда упомянутым свойством белого слоя вызывается появле-

ние синего оттенка. Это явление наиболее ясно выражено в голубом цвете неба. Когда на темных лакированных поверхностях появляются следы влаги, на них также появляется синий налет. Проникающая в слой лака влага образует с ним тончайшую эмульсию, которая при непрозрачных концентрациях кажется белой, при чрезвычайно же сильном разведении и на черном фоне — синей.

На практике часто возникает необходимость разделения какой-либо пары цветов нейтральным цветом — черным, белым или серым. Но в этом случае серый цвет должен быть действительно нейтральным. Это означает, что он ни в коем случае не должен иметь синеватого оттенка. Поскольку простое смешение пигментов белого и черного всегда дает синевато-серый цвет и это необходимо устранить, то в качестве корректирующих пигментов можно использовать оранжевый, охра золотистую и умбру жженую.

Если приходится производить много смешений, то можно заранее составить путем смешения темный нейтральный серый, заменяющий черный и дающий возможность получать нейтральный серый. При стандартизации пигментов необходимо было бы изготовить такой нейтральный серый и ввести его в практику.

Смешение абсолютных цветов с белым. Все производные, полученные путем смешения абсолютных цветов с белым, относятся к так называемым светло-чистым цветам. Как правило, при систематических упражнениях необходимо предусматривать десять ступеней. И при этих смешениях рекомендуется проводить упражнения со всеми имеющимися в распоряжении пигментами. Каждый пигмент следует смешивать как с рядами кроющих красок, так и с рядами прозрачных. Такого рода опыты позволяют определить, какие пигменты особенно пригодны для лессировочных покрасок и в каких рядах кроющих или лессированных красок происходит изменение цветового тона.

Это явление также вызывается белыми пигментами. Здесь происходит то же самое, что наблюдается и при смещении в сторону синего цвета в ахроматическом ряду. Белый смещает все результаты смешения более или менее сильно в сторону холодных цветов спектра, т. е. в сторону синего сектора (рис. 45).

Исправление таких смешанных рядов также требует навыка. Обычно это достигается путем добавления более теплого соседнего цвета. Так, фиолетовый исправляется при помощи кармина или крапплака.

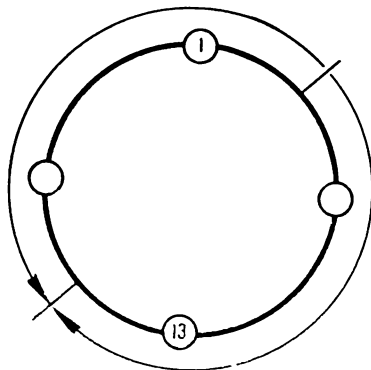


Рис. 45. Направление сдвига цветового тона при смешении пигмента с белым

Изменение цветового тона

Цвет	Изменение цветового тона при	
	добавлении белого	разбавлении
Желтый	В сторону желто-зеленого	В сторону желто-зеленого
Оранжевый	" " розового	" " желтого
Красный	" " фиолетового	" " фиолетового
Фиолетовый	" " синего	" " сине-фиолетового
Ультрамарин	Сине-зеленоватый	" " сине-фиолетового
Зеленовато-синий	Остается зеленовато-синим	Остается зеленовато-синим
Зеленый	Синевато-зеленый	В сторону синевато-зеленого
Желтовато-зеленый	В сторону зеленого	В сторону зеленого

Зеленый должен исправляться добавлением желто-зеленого или желтого.

При стандартизации цветов целесообразно к каждому абсолютному цвету пигмента изготовлять два пигмента, имеющих одинаковый цветовой тон, которые должны быть, однако, несколькими ступенями светлее исходного цвета.

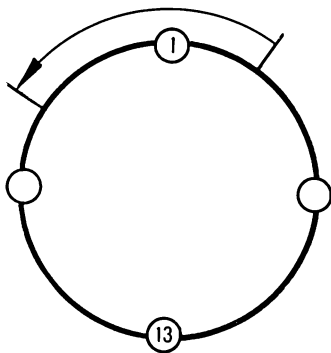


Рис. 46. Направление сдвига цветового тона при смешении пигментов с черным

Смешение абсолютного цвета с черным.

Немногочисленные различные ступени между темно-синим и черным не обнаруживают никаких особых признаков в изменении цветового тона. Карминно-красный и зеленый при смешении с черным также сохраняют свой цветовой тон. Киноварь же при смешении с черным принимает желто-серый цвет. Еще больше в сторону желто-серого изменяется оранжевый, желтый же получает зеленый оттенок.

На рис. 46 изображена область наиболее заметных изменений цветового тона и указано направление этого сдвига. Наиболее сильный сдвиг наблюдается в области желтого цвета, в примыкающих к нему участках он становится менее значительным. Сравнения с результатами смешения на цветовом круге показывают, какими должны быть смешения желтого с черным при сохранении первоначального цветового тона.

На рис. 47 изображена схема прохождения световых волн через желтый пигмент. Коротковолновое излучение, благодаря меньшему ра-

диусу кривой преломления, может вновь покинуть слой желтого пигмента. Часть же длинноволновых лучей проникает в черный пигмент и поглощается там. Таким образом, попадающий в наш глаз световой поток имеет иной состав, чем ремиссия области желтого цвета. Ряд длинноволновых излучений отсутствует, и поэтому цветовой тон имеет тенденцию приближения к зеленому. Этот сдвиг цветового тона можно устранить, добавив в такую смесь немного оранжевого.

В процессе стандартизации предусматривается разработать для важнейших абсолютных цветов пигментов так называемый замещающий черный. Это должно облегчить работу по смешению и устранить необходимость исправлений.

Смешение абсолютного цвета с серым. Уже при смешении абсолютных цветов между собой становится очевидным, что между каждым двумя дополнительными абсолютными цветами можно составить целый ряд более или менее замутненных цветов.

На цветном рис. 30 представлен цветовой ряд, получившийся при смешении зеленого и красного. От каждого из этих замутненных цветов можно образовать, в свою очередь, полный ряд путем смешения с белым или черным. Мы видим, таким образом, что число возможных малонасыщенных цветов чрезвычайно велико. Однако малонасыщенные цвета можно получить путем смешения и иначе. На цветном рис. 31 представлен абсолютный зеленый цвет и показано, что между этим зеленым цветом и любой ступенью нейтрального ряда между черным и белым можно образовать ряды смешанных цветов. Какими-либо специфическими особенностями эти цвета не обладают. Однако само собой разумеется, что они подчиняются тем же закономерностям, что и смешения абсолютных цветов с белым или черным.

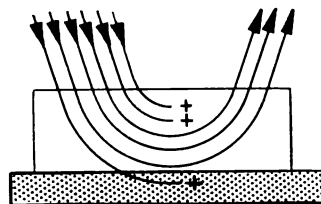


Рис. 47. Схематическое изображение пути прохождения светового потока через тонкий слой желтого пигмента. Наблюдается частичное поглощение черным пигментом

3.3.4. Система расположения цветов в пространстве с позиций смешения пигментов

Пространственная фигура в виде несимметричного двойного конуса сводит все возможные при смешении пигментов варианты к наглядной системе, принципиально правильно воспроизводящей взаимосвязи цветов. На поверхности круга представляются все варианты смешения абсолютных цветов друг с другом; при этом исходят из принципа цветового круга. По окружности располагаются все абсолютные цвета в порядке, отвечающем субтракции света. Желтый и фиоле-

товый цвета образуют субтрактивно дополнительную пару. В центре круга расположен результирующий из смешения всех цветов темно-серый цвет. На линии, связывающей эту точку (серого цвета) с абсолютным цветом, разместятся все ненасыщенные цвета соответствующего

цветового тона. Их насыщенность возрастает по мере приближения к абсолютно-му цвету (рис. 48).

На плоскости такой окружности любой цвет можно получить путем целого ряда вариантов смешения, причем количество цветов, которые могут быть использованы, будет соответствовать количеству линий, которые можно провести через точку расположения искомого цвета. Цветной рис. 32, например, фиксирует место расположения цвета охры и показывает шесть возможных для получения этого тона вариантов смешения. Возможность получения какого-либо определенного цвета путем смешения различных компонентов на практике часто недооценивается. Неоднократно

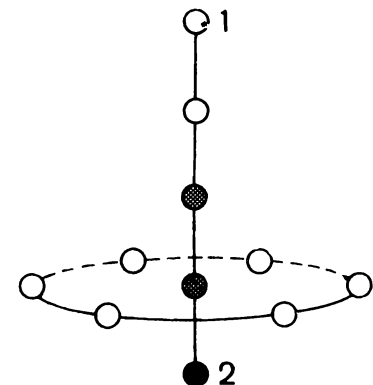


Рис. 48. Расположение ахроматической оси по отношению к плоскости цветового круга при смешении пигментов
1 — белый; 2 — черный

приходится слышать ссылки на то, что из имеющихся в наличии пигментов нельзя получить желаемого цвета.

Для представления в данной системе ахроматического ряда из центра круга восстанавливается перпендикуляр к его поверхности, причем он пропускается через плоскость круга настолько, чтобы серый

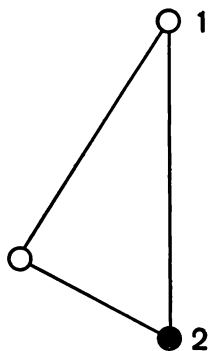


Рис. 49. Цветовой треугольник. В вершинах расположены абсолютный, белый и черный цвета
1 — белый; 2 — черный

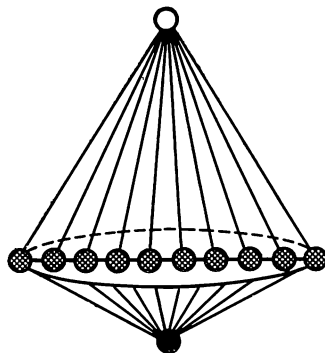


Рис. 50. Линия смешения малонасыщенных цветов с белым

цвет, расположенный в центре круга, совпал с равным по светлоте серым цветом ахроматической оси. В результате перпендикуляр, соединяющий центр круга с точкой белого цвета, будет приблизительно вдвое длиннее перпендикуляра, соединяющего этот центр с точкой черного цвета. Выше уже отмечалось, что крупность зерен пигмента отражается на степени светлоты серого цвета. Поэтому нельзя указать, какой именно оттенок серого цвета будет располагаться в центре круга. Во всех случаях, однако, действует принцип, что этим цветом будет очень темно-серый. Схематически изложенное выше представлено на рис. 48.

Чистые светлые и чистые темные цвета располагаются на образующих двух конусов, выходящих из точки абсолютного цвета и направляющихся к вершинам конусов — точкам расположения белого и черного цветов (рис. 49).

На рис. 50 представлены все линии смещения, исходящие из ненасыщенных цветов на поверхности круга и направленные к белому и черному. Таким образом, все многообразие цветов, систематизированных по группам, располагается в единой пространственной системе.

3.4. Цветовые таблицы TGL как основа систематизации цветов

3.4.1. Цели стандартизации цветов

Стандартизация позволяет точно установить названия всех цветов, а также дает возможность заменить общепринятые, часто неточные названия, заимствованные из обиходного языка или появившиеся в результате простого зрительного впечатления от того или иного цвета, названиями, основанными на точном измерении. Разработка, распространение и практическое применение цветовых таблиц TGL в качестве обязательных в ГДР нормативов для измерения и сопоставления цветов избавляет в целом ряде случаев от необходимости производить дорогостоящие измерения, поскольку определение цвета становится возможным путем сопоставления с соответствующими цветами таблицы. Колеры цветовой таблицы TGL приняты в качестве обязательного эталона.

Стандартизация дает возможность рационализировать изготовление красящих веществ и красок, она помогает продуманному выбору средств для окраски и обеспечивает высокое качество выпускаемой продукции. Благодаря стандартизации появляется возможность составлять точную рецептуру приготовления красок и смещения пигментов или красящих веществ.

Стандартизация помогает художнику и архитектору в выборе цветового решения. В их распоряжении наглядные таблицы, приведенные в определенную систему характеристики цвета и элементарно-гармонирующие цветовые ряды. Удовлетворяющее эстетическим требованиям со-

четание цветов можно получить, пользуясь объективными закономерностями цветоведения, а не полагаясь на волю случая или чувства.

3.4.2. Основы стандартизации цветов

Цветовая таблица TGL возникла в результате использования ряда систем. Она опирается, во-первых, на Международную колориметрическую систему *CIE* (МКО) и на колориметрические величины и единицы Гельмгольца и, во-вторых, на оправдавшие себя на практике цветовые таблицы и системы Вильгельма Оствальда, Баумана-Празе и Менселла. Цветовая таблица TGL объединяет в себе преимущества всех этих систем.

Колориметрическая система *CIE* (МКО). Международная комиссия по освещению разработала в 1931 г. стандартную трехцветную колориметрическую систему. По французскому названию «Commission International d'Eclairage» эту систему оценки цвета называют системой *CIE*¹.

Колориметрия занимается, в частности, измерением спектральных цветов, иными словами, она определяет отношение между цветовым тоном и длиной волны излучения.

Аддитивное смешение трех принятых основных цветов колориметрической системы $X=435,8 \text{ нм}$ (синий), $Y=548,1 \text{ нм}$ (зеленый) и $Z=700 \text{ нм}$ (красный) может применяться для выражения всех других цветов.

Но все многообразие цветов, которое можно получить таким образом, нельзя представить в одной плоскости. Оно образует цветовое тело, представляющее собой часть пространства, которое ограничено конической поверхностью неправильной формы. Наиболее светлые цвета расположены в верхней части цветового тела, а белый цвет занимает наивысшую точку (рис. 51).

Цвета этого тела различаются по цветовому тону, чистоте и светлоте (яркости). Это три компонента цветового впечатления. На плоскость можно нанести лишь две координаты, поэтому на ней могут быть представлены лишь два компонента цвета. Чтобы, несмотря на это, сделать возможным двухмерное изображение, т. е. расположение цветов на плоскости, и получить относительно простой и в то же время удобный для пользования цветовой график, отказываются от третьей пространственной координаты, т. е. от изображения светлоты, и проектируют определенные точки цветового тела на плоскость. На плоскость окажутся спроектированными цвета наибольшей светлоты и чистоты, т. е. так называемые оптимальные цвета, образующие поверхность цветового тела. Таким способом строится цветовой график МКО, называемый также треугольником МКО (рис. 52 и цветной рис. 33).

¹ Стандартная колориметрическая система МКО, 1931 г. (Прим. персв.).

В качестве характеристик цвета использованы величины и единицы, предложенные Гельмгольцем. Каждый цвет представляет собой комплекс, характеризующийся тремя компонентами: цветовым тоном, чистотой и светлотой. Гельмгольц вводит для них следующие величины и обозначения: цветовой тон (доминирующей длины

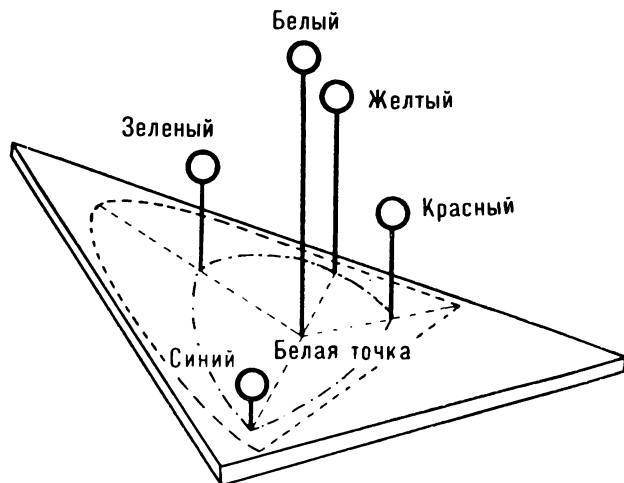


Рис. 51. Цветовое тело по системе МКО (схематическое изображение)

волны) λ_d , условная чистота цвета (рис. 53) P_e , яркость (светлота, т. е. относительный коэффициент светлоты по сравнению со стандартным белым цветом) A_c .

Величины, введенные Гельмгольцем, дают непрерывные, постепенно переходящие друг в друга характеристики цвета. Для практической работы художника более удобными и наглядными являются цветовые ступени. Поэтому величины Гельмгольца переносятся в цветовую таблицу TGL, построенную по ступенчатой системе с другими буквенными обозначениями.

В цветовой таблице TGL любой цвет характеризуется тремя величинами:

ступень цветового тона	N (от 1 до 24),
„ чистоты цвета	R (от 0 до 10),
„ светлоты (яркости)	H (от 0 до 10).

В системе цветовой таблицы TGL принято 24 ступени цветового тона (цветной рис. 34), 10 ступеней чистоты и 10 ступеней светлоты.

Например, общее обозначение темного серовато-зеленого цвета будет N21/R6/H2;
 абсолютного цвета пигмента:
 „цинковая желтая“ N1/R10/H8;
 белый N—/R0/H10;
 черный N—/R0/H0.

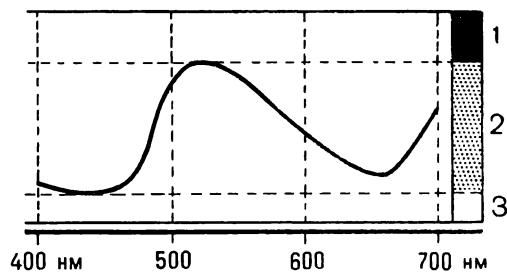
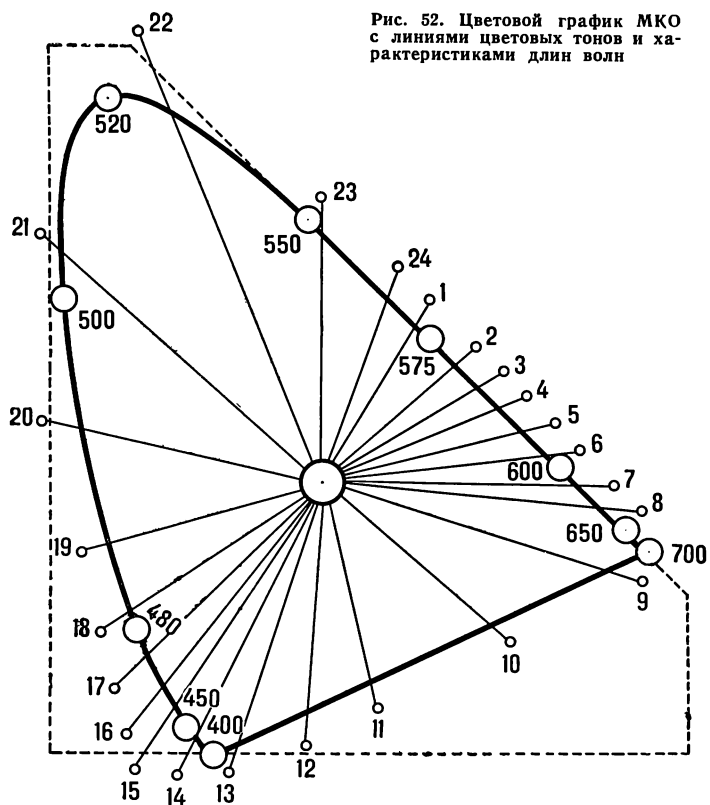


Рис. 53. Кривая ремиссии абсолютного цвета
1 — доля черного; 2 — условная чистота цвета (зеленый 22); 3 — доля белого

Степень цветового тона в качестве координаты TGL. Степень цветового тона обозначает определенное место в области всего спектра или в области пурпурного цвета. Непрерывный спектр, замкнутый в виде круга путем включения области пурпурного цвета, разделяется на 24 ступени, которые воспринимаются нами как отстоящие друг от друга на равных интервалах. Таким образом, получается разделенный на 24 части цветотоновый круг (цветной рис. 34). Все 24 ступени цветовых тонов имеют буквенное обозначение *N*. При необходимости ступени могут быть еще подразделены. Такое подразделение обозначается индексом с десятичным знаком при буквенном обозначении, например *N 7,5*.

Колориметрически степень цветового тона является обозначением визуального ощущения определенной длины волны спектрального излучения или более широкого диапазона волн, в котором какая-либо средняя доминирующая длина волны является решающей для визуального впечатления (для пигментов).

В разделе 2.2.2 было уже сказано, что цветовое впечатление, создаваемое пигментом, не вызывается световым излучением какой-либо одной длины волны. К области ремиссии желтого пигмента принадлежат также и зеленые (до сине-зеленых), и красное монохроматическое излучение.

Но существует определенный центр тяжести цветового тона (доминирующая длина волны). На цветном рис. 19, например, представлена область ремиссии желтого пигмента. Буквенное обозначение λ_d характеризует эту доминирующую, т. е. определяющую цветовую тон, длину волны.

Степень чистоты цвета как координата TGL. Степень чистоты обозначает в цветовой таблице TGL место расположения цвета между каким-либо абсолютным цветом или спектральным цветом и ступенью серого цвета такой же светлоты. Между абсолютным цветом и серой той же светлоты можно образовать 10 ступеней (рис. 54). Например, *N—/R0/H_N* — ахроматический (белый, черный, серый); *N7/R10/H5* — красный (абсолютный цвет пигмента).

Степень светлоты в качестве координаты TGL. Степень светлоты

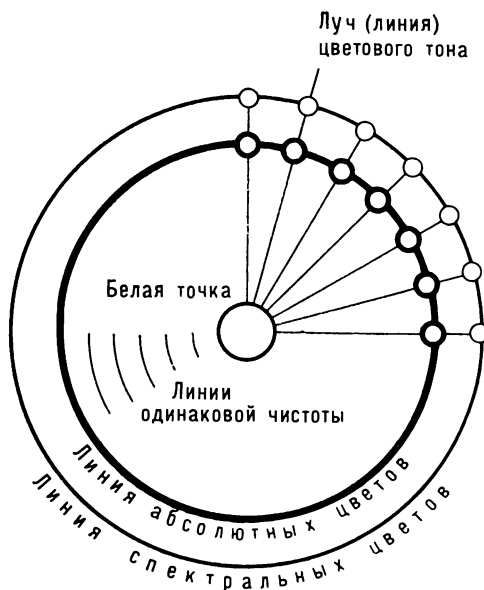


Рис. 54. Цветовой график TGL

цвета характеризуется впечатлением светлоты, совпадающим для данного цвета с определенной ступенью ахроматического ряда. Масштабом служит подразделенный на 10 ступеней (между которыми ощущаются равные интервалы) ахроматический ряд между белым и черным цветами. Любой хроматический цвет по степени своей светлоты (яркости) может быть приравнен к одной из этих ступеней или к промежуточной ступени между ними (см. цветной рис. 37 и табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Цветовое впечатление от	Соответствует ступени ахроматического ряда	Условное обозначение светлоты
Цинковых белил Цинковой желтой Сигнального красного Фиолетового Темно-синего Сажи	Белой Светло-серой Средней серой Темно-серой Черно-серой Черной	Н 10 Н 9 Н 6 Н 4 Н 2 Н 0

Цветовые таблицы других систем¹. Некоторые характеристики цветов из других систем, которые были созданы до разработки цветовой таблицы TGL и оправдали себя на практике, также образуют одну из основ этой таблицы. Это системы Рунге, Оствальда, Бауманна-Празе и Менселла. Типичные для этих систем цветовые ряды могут быть с некоторыми исправлениями получены и на основании цветовой таблицы TGL.

Из цветового глобуса Рунге для нас важны поперечные линии, проходящие через цветное тело и направленные в сторону серого. Это так называемые ряды цветов дальнего плана (рис. 55 и цветной рис. 38). Это понятие было введено Рунге. Он заметил, что цвета по мере удаления из-за воздействия на них слоев атмосферы становятся все более и более серыми («серый цвет дальнего плана»).

В однотональных цветовых треугольниках цветового атласа Оствальда все цвета, расположенные на прямых линиях, параллельных ахроматической оси (линии $W-S$), образуют так называемые теневые ряды (рис. 56 и цветной рис. 38). В любом теневом ряду условная чистота, т. е. доля соответствующего абсолютного цвета, является величиной постоянной.

¹ Автором не приводится система советского ученого Рабкина Е. Б., изложенная в «Атласе цветов», 1956 г. (*Прим. ред.*).

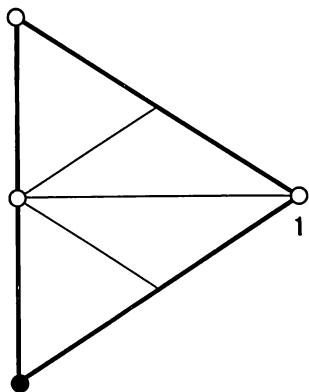


Рис. 55. Основные цветовые ряды системы Рунге

1—уменьшение насыщенности, обусловленное воздушной перспективой

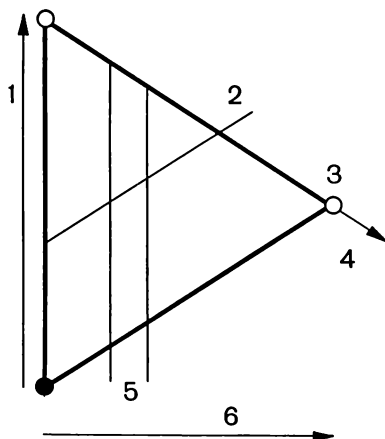


Рис. 56. Теневые ряды на графике Оствальда

1 — ступени светлоты; 2 — возрастающая прозрачность (незамутненность); 3 — абсолютный цвет; 4 — спектральный цвет; 5 — тенивые ряды; 6 — спутник условной чистоты

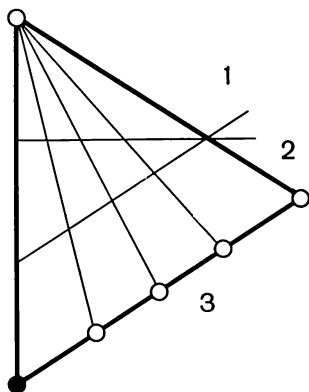


Рис. 57. Ряды по системе Бауманна-Празе

1 — забеленный ряд; 2 — одинаковая светлота; 3 — основные цвета

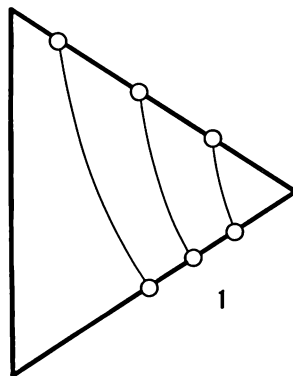


Рис. 58. Основные цветовые ряды на графике Менселла

1 — ступени одинаковой насыщенности

В системе Оствальда интересны также «координаты цветов с одинаковым содержанием белого» и «координаты цветов с одинаковым содержанием черного». Эти цвета располагаются на линиях, параллельных сторонам треугольника: черный — абсолютный цвет и белый — абсолютный цвет (см. рис. 7).

В системе Бауманна-Празе типичными являются ряды цветов, получающиеся при смещении и расположенные на поперечных линиях, направленных в сторону белого (рис. 57 и цветной рис. 38). Все цвета такого ряда имеют в качестве исходного цвета один из цветов цветового ряда «темно-чистых» цветов Оствальда.

В системе Менселла введены цветовые ряды равной насыщенности, т. е. цветовые ряды с визуальной неизменной пропорцией чистого хроматического цвета. В отличие от всех цветовых рядов других систем ряды Менселла проходят в цветовых треугольниках TGL не в виде прямых, а в виде изогнутых линий, как это изображено на рис. 58. Эти ряды могут быть сравнены с теневыми рядами Оствальда (см. цветной рис. 41).

3.4.3. Построение системы цветов TGL

Основным звеном цветовой системы TGL является цветное тело TGL. При проектировании этого цветного тела на плоскость получается цветовой график TGL. Вертикальные сечения че-

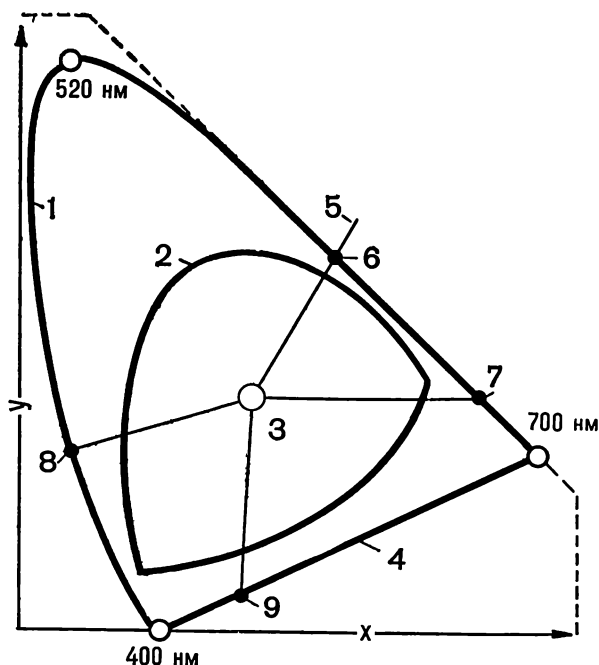


Рис. 59. Цветовой график МКО с кривой максимальной условной чистоты пигментов

1 — линия спектральных цветов — S_p ; 2 — линия абсолютных цветов пигментов — V_w ; 3 — белая точка; 4 — линия пурпурных цветов — P ; 5 — цветовые лучи; 6 — желтый; 7 — красный; 8 — синий; 9 — пурпурный

рез цветное тело TGL по ахроматической оси дают однотональные плоскости (два однотональных треугольника).

Цветовой график TGL. Цветовой график TGL основывается на цветовом графике МКО (рис. 52 и цветной рис. 33), который был разработан при помощи колориметрической системы МКО. На рис. 59 нанесены основные линии и точки цветового графика МКО.

Линия спектральных цветов ограничивает цветовой график МКО, на ней указаны длины волн, характерные для спектральных цветов.

Внутри плоскости графика расположена ахроматическая точка, называемая также белой точкой (W). От нее к цветовым тонам, расположенным по периметру цветового графика, исходят 24 луча. По мере удаления от ахроматической точки и приближения к точке соответствующего спектрального цвета чистота цвета возрастает.

Расположенные по периметру спектральные цвета обладают максимальной чистотой, которая может быть достигнута только использованием цветных световых лучей или монохроматического излучения. Максимальная ступень чистоты пигментов ограничивается линией V_w (линия абсолютных цветов пигментов).

Для получения цветового графика TGL график МКО трансформируется в форму круга. Все цвета соответствующим образом исчисляются. Линия максимальной чистоты пигментов также образует окружность (рис. 54). По внешней окружности равномерно распределяются 24 цветовых тона спектрального излучения. Чистота цвета возрастает по мере удаления от ахроматической точки и приближения к периферии круга. Все цвета одной окружности отличаются одинаковой чистотой.

Цифровое обозначение цветов начинается с самого светлого желтого (номер цветового тона I), проходит через красный, синий, зеленый и заканчивается желто-зеленым, которому присвоен номер 24. Ось желтый — фиолетово-синий делит круг на две равные части. Начиная с желтого цветовые тона всех ступеней до синего как в сторону красного, так и в сторону зеленого постепенно становятся темнее. Симметричное расположение цветов по их светлоте в цветовом круге представлено на цветном рис. 34. Такое расположение цветовых тонов впервые последовательно проведено в системе TGL.

Цветовой график TGL представляет собой проекцию на плоскость определенных точек цветового тела, причем степень светлоты остается неучтенной. Любая точка на плоскостном графике обозначает, следовательно, комплексное качество цвета, состоящее из цветового тона и чистоты цвета. В колориметрии это качество носит название цветности.

Цветовое тело. В то время, как цветовой график характеризует только цветовой тон и чистоту цвета, цветовое тело дает трехмерную характеристику цвета. В цветовом теле наглядно представлены также ступени светлоты (цветной рис. 35) и линии цветов равной насыщенности.

На цветном рис. 36 схематично изображено цветовое тело TGL. Продольное сечение через это тело дает нам ахроматический ряд (белый расположен наверху) и два треугольника, в противоположных углах которых размещены дополнительные абсолютные цвета (цветной рис. 37). Цветовое тело состоит, в общем, из 24 треугольников, в соответствии с числом ступеней цветовых тонов.

Однотональные цветовые треугольники. Однотональным треугольник называют потому, что все цвета, расположенные в плоскости сечения цветового тела, являются производными одного цветового тона. Цвета треугольника по мере приближения к белому заметно светлеют, по мере приближения к черному — темнеют, а по мере приближения к серому становятся все менее и менее насыщенными. Но все цвета ясно обнаруживают свое происхождение от определенного цветового тона, колориметрически они все могут быть отнесены к одной доминирующей длине волны.

Форма такого цветового треугольника для различных цветовых тонов различна. Она зависит от светлоты абсолютного цвета, который занимает третий угол треугольника (два угла заняты белым и черным цветом).

Абсолютный цвет всегда расположен на одной горизонтали с одинаковым с ним по светлоте серым цветом в ахроматическом ряду (цветной рис. 37).

Стрелки на рис. 60 показывают направление возрастающей светлоты и увеличивающейся чистоты цвета в однотональных цветовых треугольниках независимо от формы треугольника. Каждый цвет в любой точке цветового треугольника характеризуется тремя величинами N , R , H .

Характерные цветовые ряды в однотональном цветовом треугольнике. Внутри однотонального цветового треугольника можно отметить ряд характерных точек и направлений (рис. 60). Точки расположения цветов $F(R, H)$ определяются прямоугольными координатами.

Диаграммы Оствальда. На прямой $W-S$ ахроматического ряда возрастает светлота. На прямой $W-V$ находим увеличивающуюся глубину цвета, в обратном направлении расположены ступени белого. От S к V размещены ступени возрастающей чистоты, в противоположном направлении увеличивается затемненность цвета (доля черного) (цветной рис. 38).

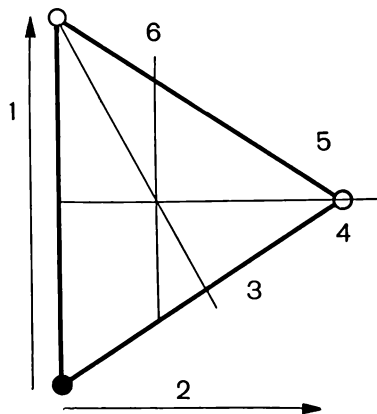


Рис. 60. График цветового тела TGL
1 — степень светлоты; 2 — степень условной чистоты света; 3 — световой ряд; 4 — затемненный ряд; 5 — абсолютный цвет пигмента; 6 — теневой ряд

При сравнении этих координат с рис. 60 становится ясной разница двух систем (Оствальда и TGL). Для этого необходимо внимательно всмотреться в характер отдельных цветовых рядов. Степень светлоты цветовой точки на рис. 60 не совпадает со ступенями цветов с различной долей белого на рис. 38, *а*. Практически это значит: абсолютные цвета желто-зеленый, желтый и оранжевый, хотя и являются очень светлыми цветами, но они не производят впечатления белесых. Абсолютные цвета зеленовато-синий, синий и фиолетовый, хотя и очень темные, но и не зачерненные.

Для художника такая характеристика цветов имеет большое значение еще и потому, что цвет каждой ступени, расположенной рядом с абсолютным цветом, позволяет немедленно обнаружить долю белого или черного в данном цвете. По этим цветовым рядам можно определить характер любого цвета также и в отношении цветового тона N , глубины цвета F , степени прозрачности K . Например, красно-коричневый цвет символически можно записать — N_6, F_5, K_8 .

Линия, проходящая через любую точку однотонального цветового треугольника параллельно ахроматической оси, характеризует теневой ряд; это ряд затемненных тонов оптимального цвета (цветной рис. 38).

Диаграмма по Бауманну-Празе. Линия, идущая от точки исходного пигмента (или от любой точки однотонального цветового треугольника) к белому, характеризует световой ряд с различными ступенями доли белого. Эти линии в цветовом треугольнике всегда будут поперечными. Световые ряды типичны для системы Бауманна-Празе. Любой из этих рядов имеет основной, наиболее глубокий, исходный цвет, являющийся первой ступенью этого ряда (цветной рис. 38).

Диаграмма Менселла. Линия на цветном рис. 38, *д* показывает направление и начертание цветовых рядов Менселла. Это цветовые ряды одинаковой насыщенности (неизменной цветности).

Диаграмма Рунге. Всякая поперечная линия, ведущая к серому цвету дальнего плана, называется линией дальнего плана. Любой серый цвет может быть использован для уменьшения насыщенности оптимального цвета путем смешения с ним (цветной рис. 38).

Яркость и насыщенность цвета. В каждом однотональном треугольнике мы находим на линии оптимальных цветов один цвет, обладающий макси-

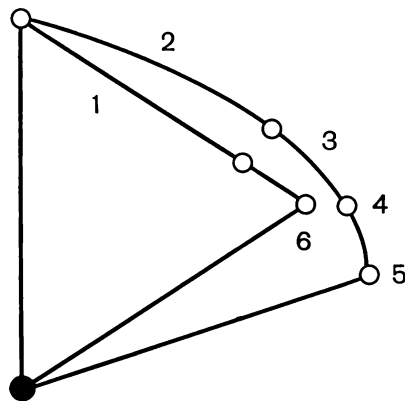


Рис. 61. График оптимальных цветов

1 — оптимальный цветовой ряд пигментов; 2 — оптимальный ряд спектральных цветов; 3 — наибольшая яркость (блеск); 4 — абсолютный цвет; 5 — спектральный цвет; 6 — абсолютный цвет пигмента

мальной яркостью. Далее, мы имеем в цветовом треугольнике цвет максимальной насыщенности, абсолютный цвет, который отделяет беловатые оптимальные цвета от черноватых; этот цвет, следовательно, и является наиболее чистым цветом. Очень наглядна разница между яркостью и насыщенностью цвета на примере ультрамарина. Пигмент в неразмельченном и неразбавленном состоянии имеет максимальную силу цвета (насыщенность цвета), но лишь при некотором разбавлении (высветлении) он обнаруживает максимальную яркость (совокупность светлоты и насыщенности цвета). На рис. 61 представлен ряд оптимальных цветов с точками максимальной яркости и насыщенности цвета. Ряд этот заканчивается спектральным цветом.

3.4.4. Значение стандартизации цветов для практической работы художника и архитектора

Стандартизация цветов находит широкое применение при:

- характеристике цветов с помощью колориметрических величин и буквенных обозначений;

- типизации красящих веществ с учетом характерных свойств их цвета;

- рациональном, основанном на определенной системе, смешении цветов (при технике смешения);

- решении пространства (художественно-эстетическое использование стандартизации цветов);

- установлении допусков для определения качества и условий поставки пигментов, растворителей и красок;

- изготовлении образцов различного цвета, характеризующихся точными колориметрическими величинами и единицами;

- воспитании чувства цвета и воспитании художественного вкуса;

- использовании цвета в гигиенических целях.

Характеристика цветов с помощью колориметрических величин и буквенных обозначений. Обоснованная колориметрически стандартизация устраняет возможность возникновения целого ряда недоразумений. Пользуясь колориметрическими величинами и буквенными обозначениями, можно передать рецептуру краски по телефону, при этом отпадает необходимость пересылки образцов цвета.

Ассортимент пигментов и растворимых красящих веществ. Художнику нужен набор, состоящий из небольшого ассортимента пигментов. Это упрощает возможность ориентации и гарантирует хорошее знание качества и свойств пигментов. В связи с этим появляется возможность составлять простые рецепты смешения. Экономятся материалы и время. Ассортимент устанавливается с учетом цветового тона, насыщен-

ности, красящей способности, глубины исходного цвета и возможных допусков.

Кроме визуальных характеристик при составлении ассортимента должны быть установлены и нормированы физические и химические свойства пигментов (активность, щелоче-, кислото-, светоустойчивость), их стойкость. Необходимо гарантировать также возможность смешения с другими пигментами и безвредность при использовании.

Рационализация смешения цветов. Минимальный ассортимент пигментов представлен на цветном рис. 39. Он составлен при использовании оптимального цветового ряда. В ассортименте имеется по меньшей мере шесть—девять глубоких и чистых исходных цветов. К каждому оптическому абсолютному цвету подобран абсолютный цвет пигмента с максимальным значением P_e (условной чистотой цвета). В любом ассортименте пигментов должно быть предусмотрено пять-шесть красок, которые могут использоваться вместо черного (умбра, сепия и т. д.).

Например, из желтого и черного цветов нельзя получить однотонального цветового ряда смешений от желтого до черного. Из желтого же и сепии или из желтого и умбры с успехом можно составить однотональный ряд затемненных цветов (см. раздел 3.3.4).

К цветам минимального ассортимента необходимо добавить еще белый и черный, а также средний, нейтральный серый для того, чтобы иметь возможность дополнить ахроматический ряд в двух направлениях. Из цветовых тонов для ассортимента предлагаются: желтый, оранжево-красный, пурпурный, фиолетово-синий, синий, изумрудно-зеленый, средний зеленый.

Для полного ассортимента пигментов необходимы следующие цветовые тона: желтый 1, золотисто-желтый 3, сигнально-красный 6, карминно-красный 8, пурпурно-фиолетовый 10, фиолетово-синий 13, синий 16, изумрудно-зеленый 19, желто-зеленый 22. Как показывает опыт, из этих девяти цветов можно получить путем смешения все остальные цвета достаточной чистоты. К каждому из этих цветовых тонов необходимо добавить еще цвета из однотонального цветового треугольника, обозначенные на рис. 62 буквами А, Б, Г и Д.

Между красным и белым нельзя получить путем смешения однотонального цветового ряда без соответствующего исправления (корректиры) цвета. Красный цвет будет принимать фиолетовый оттенок. Однако при помощи двух однотональных промежуточных цветов (А и Б) мож-

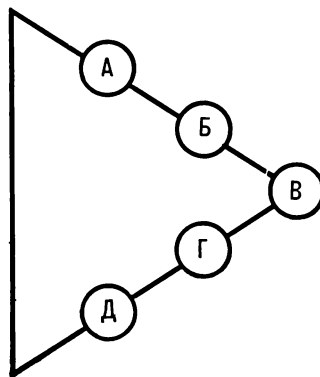


Рис. 62. Место расположения добавочных пигментов для высококачественного набора красок

но получить однотональный ряд. При непосредственном смешении желтого и черного получается оливково-зеленый, а не однотональный ряд смешанных цветов между желтым и черным. Используя же два однотональных промежуточных цвета (Г и Д) или заменяющий черный серию, можно получить однотональный ряд между желтым и черным (цветной рис. 42). Между А и Д, а также между Б и Г можно получить цветовые ряды, аналогичные теневым рядам Оствальда.

Между А и Г можно получить путем смешения без какой-либо корректуры ряд цветов одинаковой насыщенности (система Менселла). Путем смешения цветов Д, Г и В можно получить поперечные ряды разбеленных цветов (по системе Бауманна-Празе).

На поперечных линиях, идущих от А, Б и В к черному, расположены теневые ряды, подобные теневым рядам Оствальда. На линиях, идущих от А, Б, Г, Д и В к любому серому цвету, расположены ряды цветов дальнего плана Рунге. К данному исходному цвету можно легко найти или подобрать путем смешения одинаковый с ним по светлоте серый цвет. С этим серым цветом исходный цвет образует ряд одинаковых по затемненности цветов.

Мы получаем таким образом $9 \times 5 = 45$ цветов, к которым необходимо добавить еще белый, черный и средний серый. Следовательно, всего нужно иметь 48 различных цветов (пигментов) (цветной рис. 40). Они образуют основу более простой и рациональной работы по цветовой отделке помещения и обеспечивают возможность получения необходимых для этого всех важнейших простых цветовых рядов.

Влияние цветовой карты TGL на применение цвета. Пользуясь цветовым телом TGL, можно получить следующие виды цветовых сочетаний:

сочетания малонасыщенных цветов;

непрерывные или ступенчатые цветовые ряды, а также сочетания цветов на основе больших или малых интервалов в цветовом круге;

ступенчатые ряды цветовых тонов, основанные на малом или большом контрасте, вплоть до использования дополнительных цветов, вызывающих противоположные ощущения (теплый — холодный, активный — пассивный).

Поскольку цветовая таблица TGL служит как техническим, так и художественным целям, мы имеем право говорить о ней как об общей технико-эстетической системе. Цветовую таблицу можно считать общей системой еще и потому, что, основываясь на ней, можно составить целый ряд специализированных цветовых таблиц.

4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ЦВЕТЕ

4.1. Органы зрения

В процессе зрительного восприятия участвуют: глаз, зрительный нерв и зрительный центр головного мозга. Подобно фотокамере, глаз отображает предметы. Зрительный центр мозга воспринимает это отображение. Более, чем любое другое чувство, зрение помогает нам ориентироваться, быстро получать информацию об окружающей нас обстановке.

Вследствие специфической способности зрения систематизировать многообразие воспринятых в поле обзора деталей в зависимости от их значимости, Павлов называет органы зрения «анализатором».

Участие в процессе зрения трех органов свидетельствует о тесной связи физиологических и физических процессов при любом цветовом восприятии. В этой главе основное внимание уделено физиологической функции, однако попутно возникает и необходимость останавливаться на некоторых психологических процессах, поскольку эти две области теснейшим образом связаны.

4.1.1. Глаз

Наиболее важными для нашего рассмотрения частями глаза являются: роговица, радужная оболочка, хрусталик, сетчатка со светочувствительными зрительными клетками, периферические концы которых называются палочками и колбочками, и, наконец, зрительный нерв, идущий к зрительным центрам полушарий головного мозга (рис. 63).

Роговица прозрачна и пропускает свет во внутреннее ядро глаза.

Радужная оболочка играет роль диафрагмы, регулирующей количество света, поступающего в глаз, благодаря чему зрачок (круглое отверстие в радужной оболочке) при сильном свете суживается, а при слабом расширяется. Но радужная оболочка реагирует не только на различия в яркости. При одинаковой объективной яркости зрачок реа-

гирует на красный и желтый свет сужением, на синий и зеленый свет — расширением.

Хрусталик является светопреломляющей средой глазного яблока. Он отбрасывает на сетчатую оболочку обратное, уменьшенное изображение поля обзора. Благодаря эластичности своей сумки хрусталик вследствие натяжения или ослабления цинновой связки легко меняет свою кривизну в зависимости от того, далеко или близко от зрителя находится рассматриваемый объект. В первом случае хрусталик несколько уплощен, во втором — становится более выпуклым. Благодаря этому лучи, идущие от предмета, преломляясь в той или иной степени в хрусталике, соединяются на сетчатке и формируют на ней отчетливое изображение предмета.

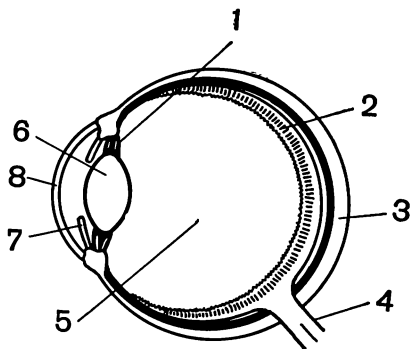


Рис. 63. Схематический разрез глазного яблока

1 — аккомодационная мышца; 2 — сетчатка; 3 — фиброзная оболочка; 4 — зрительный нерв; 5 — стекловидное тело; 6 — хрусталик; 7 — радужка; 8 — роговица

В сетчатой оболочке, или сетчатке, находятся мельчайшие окончания волокон зрительного нерва, светочувствительные зрительные клетки, палочки и колбочки, расположенные очень близко друг от друга. Расстояние между ними составляет лишь 0,002 мм. В общей сложности в сетчатой оболочке находится около 130 млн. палочек и 7 млн. колбочек. Колбочки расположены главным образом в центре, а палочки — по периферии сетчатой оболочки.

Зрение, которое осуществляется в основном или исключительно при помощи палочек, называется сумеречным зрением. Оно не позволяет различать хроматические цвета, а лишь оттенки серого. Зрение, в котором участвуют в основном или исключительно колбочки, называется дневным зрением. Дневное зрение дает возможность видеть все цвета. Колбочки содержат в себе некую жидкость, так называемый зрительный пурпур.

По выходе из глаза пучки нервных волокон формируются в зрительный нерв, по которому световые раздражения передаются в зрительный центр головного мозга.



Рис. 64. Рисунок, позволяющий обнаружить существование «слепого пятна»

В центральной части сетчатой оболочки находится так называемое желтое пятно. Это место наибольшей остроты зрения и восприимчивости к цвету. В месте выхода зрительного нерва из сетчатки светочувствительные элементы отсутствуют, вследствие чего это место не дает зрительного ощущения и поэтому называется слепым пятном. Это пятно можно обнаружить при помощи следующего опыта (рис. 64), закрыв левый глаз, испытуемый смотрит правым глазом на крестик и медленно приближает рисунок к глазу. На расстоянии примерно 15 см изображение черного кружка исчезнет.

4.1.2. Зрительный нерв

Нервы — это пучки волокон, служащих для передачи раздражений. Мы различаем афферентные (центростремительные или рецепторные) нервные тракты, которые идут от органов чувств (рецептора, воспринимающего) к мозгу, и эфферентные (центробежные) проводники, осуществляющие ответную реакцию (двигательную или секреторную) благодаря передаче нервного возбуждения от центра к периферии, т. е. к рабочему органу.

Из всей весьма сложной нервной системы нас интересуют, в частности, зрительные нервы. Окончания зрительного нерва расположены в сетчатке глаза. Нервные волокна в виде пучков ведут к нервным клеткам мозга.

Зрительные нервы в области зрительного бугра как бы переключаются. Функциональное значение зрительного бугра очень велико; как уже было сказано, в нем переключаются афферентные пути. От зрительного бугра зрительные нервы в виде целого ряда отдельных пучков идут к различным точкам зрительного центра головного мозга (рис. 65). Некоторые нервы связаны с вегетативной нервной системой.

Световые раздражения, падающие на рецептор, заложенный в сетчатке, превращаются в нервные импульсы, которые благодаря слабым биоэлектрическим токам проходят по проводящим путям от рецептора света до коры головного мозга, где воспринимаются в виде зрительных ощущений. Скорость прохождения нервных импульсов достигает 70 м/сек. Зрительные нервы не чувствительны к боли. При их разрыве возникает световое ощущение.

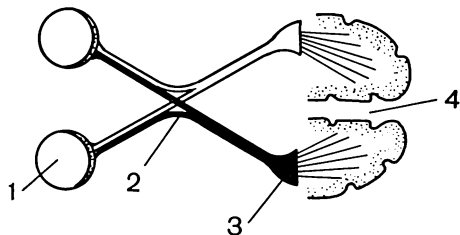


Рис. 65. Схема зрительных путей

1 — глаз; 2 — перекрест зрительных нервов; 3 — первичные зрительные клетки; 4 — корковый отдел зрительного анализатора

4.1.3. Зрительный центр головного мозга

Головной мозг состоит из двух полушарий и из целого ряда полей, выполняющих определенные функции. То, что мы видим или слышим, может удерживаться зрительной или слуховой памятью. Ядро зрительного анализатора находится на внутренней поверхности затылочной доли. При поражении ядра зрительного анализатора наступает слепота. Выше поля зрительного анализатора расположено поле, при поражении которого теряется только зрительная память. Другие поля мозга не могут выполнять этих функций.

О сложных процессах в зрительном центре, которым мы обязаны зрительными восприятиями, нам известно очень немного. Ясно лишь одно, что некоторые процессы, которые рассматривались до сих пор как функции сетчатки, согласно новым научным данным, совершаются или дополняются в головном мозге. Это относится ко всей области цветового зрения. Хотя сетчатка и чувствительна к световым раздражениям, но то, какой воспринимается цвет, зависит от определенных функций головного мозга.

Если, например, поднести к одному глазу красный, а к другому зеленый свет, то возникнет общее впечатление белого света. «Результаты смешения», достигнутые таким путем, будут иными, чем при аддитивном или субтрактивном смешении света. Поэтому следует отличать светочувствительность сетчатки от цветового восприятия мозга (см. раздел 4.2).

В головном мозге, кроме того, обратное изображение виденного нами предмета превращается в нормальное изображение.

Зрительный центр головного мозга связан с центрами других анализаторов внешнего мира, так что то или иное цветовое восприятие может вызвать ощущение и в каком-нибудь другом рецепторе (явление синестезии, см. раздел 5. 2. 3). Цвет может также пробудить какое-либо воспоминание (см. раздел 5. 2. 2.).

4.2. Процесс зрительного восприятия

Зрительное восприятие (видение) является функцией нашего зрения. Благодаря цветовой дифференциации поля зрения мы различаем окружающие нас предметы, воспринимаем их расположение в пространстве, их облик и форму. Таким образом, цвета также являются последними и простейшими элементами виденного. Световое раздражение нервных окончаний сетчатки вызывает химическое изменение содержащегося в зрительных клетках зрительного пурпура. Явление это можно сравнить с фотохимическим процессом, происходящим в светочувствительной пленке.

О природе светочувствительности сетчатки существует целый ряд

теорий, носящих, однако, до настоящего времени характер гипотез. Этот физиологический процесс еще не изучен во всей своей сложности и полноте. В связи с этим мы не останавливаемся здесь ни на одной из теорий, а говорим в общем виде о цветочувствительности сетчатой оболочки глаза. При этом, как уже говорилось выше, мы различаем два вида периферических концов зрительных клеток — палочки и колбочки.

Все ученые подтверждают, что цветное зрение зависит не только от чувствительности сетчатки, но и от определенных «автономных процессов», происходящих в головном мозге. Явление бинокулярного цветного зрения подтверждает это положение.

Пользуясь очками с разноцветными стеклами, можно достичь следующих цветовых впечатлений: если смотреть через очки с красными и зеленовато-синими стеклами, создается впечатление белого цвета. Такое же впечатление будет, если смотреть через синее и желтое стекло. Пользуясь очками с одним красным, а другим зеленым стеклом, мы воспринимаем желтый цвет.

Воспринимаемые глазом цвета можно подразделить на две основные группы: хроматические (т. е. имеющие цветовой тон) цвета, отличающиеся по цветовому тону, насыщенности и светлоте (яркости), и ахроматические цвета (черный, белый, а также все серые цвета).

Глаз может различать в спектре около 150 цветовых тонов. К этому числу следует добавить еще пурпурные цвета, получающиеся из смешения фиолетового и красного. Вообще же, здоровый глаз при нормальном освещении различает более 100 тыс. цветовых стимулов.

4.2.1. Чувствительность зрительных клеток

Как уже говорилось выше, при помощи палочек осуществляется сумеречное зрение, они чувствительны лишь к свету. При помощи колбочек сетчатки осуществляется цветное зрение, и они функционируют при дневном свете или искусственном свете соответствующей яркости.

Чувствительность сетчатки к свету различных областей спектрального излучения разная.

При дневном свете зрительные клетки наиболее чувствительны к свету с длиной волны около 560 нм, что соответствует самому светлому зеленовато-желтому цвету. В сумерках эта чувствительность перемещается на длину волны около 500 нм, что соответствует желтовато-зеленому цвету. При сумеречном зрении этот цвет кажется для человека наиболее светлым (рис. 66).

Чтобы вызвать световое впечатление, достаточно самой незначительной световой энергии. Так, например, ночью при условии ясной видимости пламя свечи различимо уже на расстоянии 1000 м. Нижний

предел светочувствительности сетчатки называют нижним порогом. За верхний порог принимается светочувствительность, вызывающая дискомфортную слепимость. Как нижний, так и верхний пороги ощущения зависят от адаптации, или приспособления, глаза (см. раздел 4. 3. 5).

Чтобы различить два цвета по светлоте или цветовому тону, между ними должна существовать определенная разность. Величину этой разности принято называть разностным порогом. Максимальная чувствительность к контрастам (хроматическим или светлотным), т. е. так на-

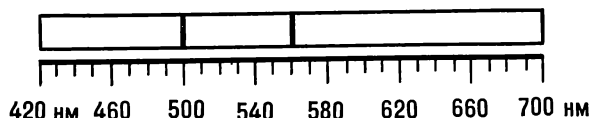


Рис. 66. Точки максимальной светочувствительности. Дневное зрение около 560 нм, ночное — около 500 нм

зываемая различительная чувствительность, наблюдается при освещенности в пределах между 200 и 10 000 лк. Это соответствует величине естественной освещенности.

При большей освещенности наблюдается слепи-

мость, при меньшей — значительно снижается способность зрительного восприятия. Так, освещенность рабочей поверхности, обладающей лишь 10 %-ной способностью отражения (например, пошив изделий из черных тканей), для обеспечения оптимальных контрастов должна была бы составлять 2000 лк.

4.2.2. Цветоощущение и цветовосприятие

В результате воздействия внешнего мира на органы зрения возникают цветоощущения. Обычно мы видим не изолированный цвет, цвет не в отрыве от предмета, а весь предмет в целом. Его поверхность может быть красной или зеленой, но одновременно также шероховатой или гладкой, ровной или искривленной, обращенной к свету или затененной, прозрачной или окутанной дымкой. Такое цветовое впечатление со всеми сопутствующими ему явлениями мы называем восприятием цвета. Его можно было бы назвать профилированным или наделенным особыми характеристиками цветовосприятием. Любое восприятие цвета есть лишь часть того, что мы видим в целом. Мы, как правило, видим одновременно множество цветов, т. е. у нас одновременно создается целый ряд цветовых восприятий. Единичное цветовое восприятие можно вызвать лишь экспериментальным путем. Например, через отверстие в диафрагме можно увидеть лишь одно красное поле вне связи с определенным предметом или лишенное каких-либо вторичных признаков, как, например, свет и тень или фактура поверхности. Мы понимаем, следовательно, под «цветовосприятием» цветовое впечатление, воспринимаемое в определенном поле зрения.

4.3. Особенности зрения

Для зрения характерен целый ряд отличительных особенностей, которые объясняются определенными функциями глаза и головного мозга.

4.3.1. Аккомодация

Глаз, как уже упоминалось, можно сравнить с фотокамерой или проекционным аппаратом. Для получения на экране резкого, отчетливого изображения линза в зависимости от фокусного расстояния должна располагаться на определенном расстоянии между объектом и экраном. Четкость изображения зависит от правильного соотношения между дистанцией и фокусным расстоянием. Поскольку в глазу расстояние между сетчаткой (экран) и хрусталиком (линза) неизменно, расстояние же между линзой и объектом сильно колеблется, то хрусталик должен обладать способностью изменять свое фокусное расстояние, т. е. кривизну, в зависимости от расстояния объекта от глаза. Этот процесс осуществляется при помощи цинновой связки и называется аккомодацией глаза.

Мы ясно видим только те предметы, которые дают на сетчатке изображение определенных минимальных размеров. Угол, образованный двумя зрительными лучами, охватывающими предмет, должен быть равен минимально 20" (угловым секундам).

Два видимых объекта, например две точки, мы видим как отдельные, если угол зрения равен минимально 1 мин.

Дефекты зрения. Если из-за приращенной деформации глазного яблока расстояние между хрусталиком и сетчаткой слишком велико и главный фокус приходится впереди сетчатой оболочки, то наблюдается близорукость. Если же расстояние слишком мало и главный фокус приходится позади сетчатки, то мы имеем дело с дальнозоркостью. Если хрусталик вследствие возрастных изменений или болезни утратил свою эластичность и тем самым способность менять свою кривизну, то наступает старческая дальнозоркость. Перечисленные дефекты зрения могут быть исправлены при помощи соответствующих очков. На цветовосприятии глаза эти дефекты не отражаются.

4.3.2. Зрительное восприятие пространства

Обычно наше зрительное восприятие осуществляется двумя глазами (бинокулярное зрение). Благодаря этому достигается более пластическое (объемное) видение и более точная оценка расстояния, на котором находятся предметы, чем при монокулярном зрении (одним глазом).

Когда мы смотрим на спичечную коробку, то наш правый глаз видит предмет с иной позиции, чем левый (рис. 67). Благодаря слиянию этих «двух изображений» создается впечатление объемности. Это впечатление по мере увеличения расстояния предмета от глаза постепенно утрачивается и совершенно пропадает, если рассматривать объект без вспо-

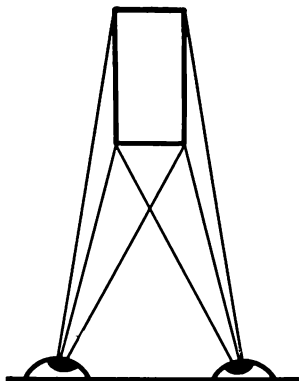


Рис. 67. Пластичный образ возникает благодаря тому, что при бинокулярном зрении мы видим предмет с двух разных сторон. Двойное изображение сливается в зрительных центрах мозга в один целостный образ

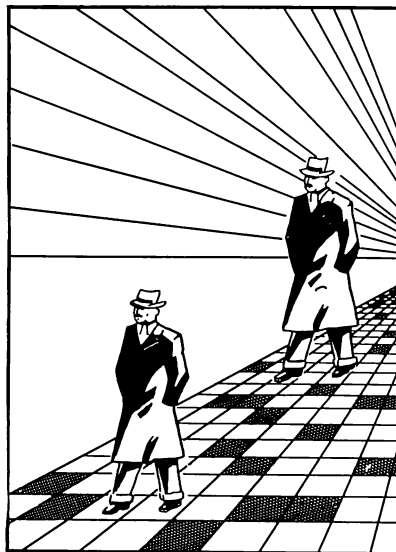


Рис. 68. Оптический обман, возникающий из-за перспективного сокращения окружающего пространства (фигура на заднем плане оптически увеличивается)

могательных средств на расстоянии, превышающем 60 м. В пределах же этого расстояния при бинокулярном зрении мы получаем абсолютное впечатление пространства. Относительное впечатление пространства создается у нас, если рассматривать объект одним глазом или двумя глазами на большом расстоянии. В этом случае мы оцениваем расстояние на основе опыта или же пользуясь оптическими явлениями, например перспективным сокращением, пересечением линий, зрительным изменением величины предметов, воздушной перспективой.

4.3.3. Продолжительность раздражения и продолжительность ощущения

При вращении горячей спички по кругу у нас создается впечатление светящейся полосы. Спицы вращающегося колеса кажутся нам серой вуалью. При раздражении какого-либо участка сет-

чатки под действием света зрительное ощущение, даже после прекращения действия раздражителя, еще сохраняется в течение очень короткого времени.

Эта исчезающе малая инерция зрительных нервов дает нам возможность воспринимать отдельные статичные изображения киноплёнки при быстрой смене одного кадра другим как подвижные образы.

Этим же объясняется и то обстоятельство, что два или большее число различных цветов зрительно сливаются на быстро вращающемся оптическом круге в один цвет.

4.3.4. Дневное или цветное и сумеречное или бесцветное зрение

Дневное или цветное зрение. Дневной свет, проникающий внутрь человеческого глаза, действует на колбочки сетчатки. Поскольку колбочки расположены преимущественно в центре сетчатой оболочки, то это место обладает способностью наиболее ясного цветного зрения. Следовательно, в центральной части поля зрения мы наиболее четко различаем цвет и форму предметов.

По мере приближения к периферии поля зрения ощущение светлоты и отчетливости зрительного образа, так же как и способность различать цвета, уменьшается.

Красный цвет, который ярко светится и возбуждает внимание в центре поля обзора, теряет на периферии поля зрения свою силу и кажется серым. Аналогичное явление наблюдается с зеленым и фиолетовым цветами. Желтый воспринимается как действенный цвет еще и на периферии поля зрения. По этой причине его используют в качестве предостерегающего или предупреждающего цвета на транспорте и производстве. Синий цвет также еще воспринимается на периферии, но, будучи пассивным цветом, он не способен обращать на себя внимание, как мы это наблюдаем у желтого цвета (рис. 69).

Лучше всего мы различаем цвета, когда солнце стоит посередине небосклона. При ярком солнечном свете сетчатка страдает от слишком сильного раздражения ее лучистой энергией. Происходит ослепление, и снижается способность различать цвета.

В сумерки наблюдаются некоторые особые явления. Сначала красный цвет теряет свой цветовой тон и приближается к черному цвету, затем потухает и сереет сияющий желтый цвет. Наконец, теряют свою хроматичность также зеленый и синий цвета. Но они не кажутся более темными, чем при дневном свете, а, наоборот, кажутся более светлыми. Так, красное платье в сумерках выглядит черным, синий же автомобиль — светло-серым.

Сумеречное или бесцветное зрение. При слабом свете, т. е. ночью или в сумерки, вступают в действие палочки сетчатой оболочки.

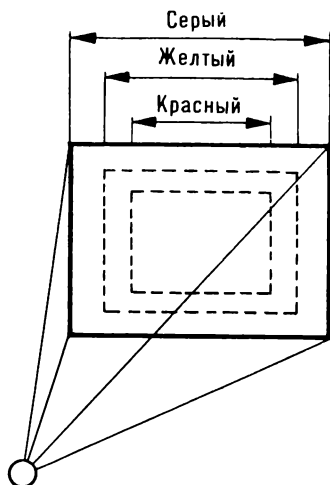


Рис. 69. Схематическое изображение важнейших зон цветового восприятия в поле зрения. Красный цвет воспринимается отчетливо только в центре

Поскольку они расположены преимущественно по периферии сетчатой оболочки, в центре же встречаются лишь единично, то для сумеречного зрения характерна следующая особенность: если при слабом освещении сконцентрировать взгляд на небольшом участке, то детали различаются менее отчетливо, чем при беглом взгляде в сторону.

Подвижный глаз обладает большей остротой зрения, чем неподвижный, направленный в одну точку. Кроме того, подвижные предметы воспринимаются отчетливее, чем объекты, находящиеся в состоянии покоя. Это относится к неподвижным и скользящим теням и источникам света.

При полном отсутствии света, как и при закрытых глазах, мы видим не черный цвет, а так называемый серый цвет глаза. При постепенном усилении освещения предметы принимают более светлый и более темный оттенки серого цвета. Чем больше приближается освещение к полному дневному свету, тем яснее и отчетливее выступают белый и черный цвета.

Черный цвет, следовательно, не является цветом, характеризующим полное отсутствие света, и не идентичен с тьмой, а, так же как красный, желтый или белый цвета, лишь при полном свете отчетливо и с максимальной полнотой выявляет свой цветовой характер.

4.3.5. Адаптация

Адаптация глаза — это приспособление его к данным условиям освещения и изменение в соответствии с этим чувствительности глаза. Различают адаптацию темновую, световую и цветовую.

Темновая адаптация. После яркого солнечного света в темном подвальном помещении сначала ничего не видно, но спустя несколько минут мы начинаем постепенно различать предметы. В помещении не стало светлее, но повысилась чувствительность сетчатой оболочки к свету, глаз адаптирован к слабому освещению.

При длительном наблюдении за темновой адаптацией обнаруживается постоянное повышение чувствительности сетчатки к свету, кото-

рая может быть выражена и количественно. По истечении 24 ч, например, чувствительность в 5,5 раза больше чувствительности, зарегистрированной через час после начала процесса адаптации.

Световая адаптация. Если из темного помещения выйти на дневной свет, то в первый момент свет ослепляет глаза. Приходится закрыть глаза и смотреть через узкую щелочку. Лишь спустя несколько минут глаз привыкает опять к дневному свету. С одной стороны, это достигается благодаря зрачку, который при сильном свете суживается, а при слабом расширяется. С другой стороны (главным образом), это обеспечивается чувствительностью сетчатой оболочки, которая при сильном световом раздражении понижается, а при слабом возрастает.

При темновой или световой адаптации глаз никогда не достигает полной способности зрительного восприятия. Поэтому на рабочем месте следует избегать резких световых контрастов и тем самым по возможности исключать необходимость переадаптации глаза, поскольку она снижает остроту зрения.

Глаз всегда фиксирует наиболее светлые пятна. Если в поле зрения человека находится сильный источник света или ослепительно яркая плоскость, то они оказывают наиболее сильное действие на чувствительность сетчатой оболочки глаза. Поэтому, когда мы смотрим на светлое окно, окружающая его поверхность стены кажется нам темной и расплывчатой. Если же исключить действие падающего из окна света на глаз, то та же поверхность видится нами более светлой и четкой.

Цветовая адаптация. При длительном действии какого-либо цвета на глаз чувствительность сетчатки к этому цвету снижается, и он как бы тускнеет. Цветовая адаптация — явление более слабое, чем световая адаптация, и протекает в более короткий промежуток времени. Наибольшее время адаптации наблюдается для красного и фиолетового цветов, наименьшее — для желтого и зеленого.

Если человеку, например, длительное время приходится работать с красными тканями, то он через некоторое время теряет способность различать тонкие нюансы оттенков этого цвета. Опытным продавцам этот факт известен, и они кладут рядом с красными тканями зеленые или синие, для того чтобы восстанавливать правильное ощущение цветности. Способность нашего глаза к адаптации дает возможность, несмотря на различные условия освещения, хорошо различать предметы. Однако при частом переходе взора от очень светлого к темному и обратно возникает вынужденная постоянная адаптация глаза. Это утомляет зрение и, как следствие, может вызвать головные боли, нервозность, снижение внимания.

Константность цвета. Особую способность нашего зрения оценивать, несмотря на различное освещение, цвет предмета, основываясь на знании его цвета в условиях дневного освещения, называют константностью цвета. Верная оценка цвета предмета (цветовая константность)

достигается главным образом самопроизвольным изменением чувствительности сетчатки и сужением или расширением зрачка. Кроме того, в нашей окончательной оценке видимого цвета участвуют очень сложные факторы, связанные с деятельностью головного мозга. Эта приближенная константность цвета видимых предметов, несмотря на значительные качественные и количественные изменения в освещении поля зрения,— одно из самых замечательных и важных факторов физиологической оптики. Без этой способности зрения кусок мела нам казался бы в пасмурный день такого же цвета, как кусок угля при ярком солнечном свете, а в течение дня он принимал бы все возможные цвета, лежащие между белым и черным.

Легко понять, насколько велико практическое значение константности величины, формы и цвета. Если бы наше восприятие не обладало константностью, то при малейшем повороте головы или изменении освещения, т. е. практически непрерывно, в нашем восприятии изменялись бы свойства, по которым мы узнаем предметы. В этом случае вообще не существовало бы восприятия предмета, а наблюдалось лишь непрерывное мерцание находящихся в постоянном движении и изменяющих свою форму пятен и световых бликов, обладающих чрезвычайно большой пестротой.

Цветовая память и трансформация. Мы фиксируем в нашей памяти цветовые характеристики, присущие предметам и неоднократно наблюдавшиеся нами в связи с данными предметами. Так, многие предметы мы узнаем по их цвету: кровь, снег, медь, цемент. Даже вещи, которые могут иметь различную окраску, мы узнаем как знакомые нам раньше, например синее платье, красную книгу или коричневую вазу.

Если осветить такой предмет цветным светом малой насыщенности или если надеть цветные очки, то мы оказываемся в состоянии установить цвет данных предметов по памяти, несмотря на изменение цвета из-за освещения. Мы до известной степени обладаем способностью абстрагироваться от цветного освещения и достаточно правильно определить цвет предметов.

Способность нашего зрения постепенно привыкать к слабо окрашенному освещению, например свету лампы накаливания, и судить о цвете так же, как и при нормальном освещении, называется трансформацией. Если же насыщенность цвета освещения превышает определенные границы, то корректирующий аппарат зрения перестает действовать и явления трансформации (перестройки) не наблюдается.

Например, зеленый при нормальном освещении лист при рассмотрении через красный фильтр или при насыщенном красном свете кажется черным. При незнакомом окружении для неизвестного заранее цвета достаточно даже света незначительной насыщенности, чтобы создать иллюзию цвета, отличающегося от цвета предмета при нормальном освещении.

4.3.6. Иррадиация

Если через щель дощатой стены проникает луч света, то щель кажется шире, чем в действительности. Когда солнце светит сквозь ветви дерева, ветви эти кажутся более тонкими, чем обычно. Светлые светящиеся поверхности как бы увеличиваются в ширину. Они «находят» на темные поверхности и сужают их. Это обстоятельство

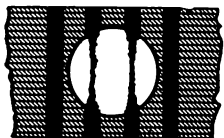


Рис. 70. Предметы, стоящие перед источником света, кажутся тоньше из-за эффекта иррадиации

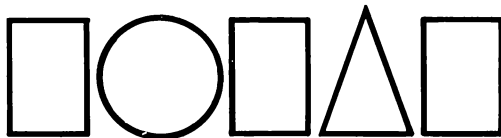


Рис. 71. Острые окончания или закругления букв выносятся несколько вверх или вниз за пределы строки, чтобы получить ряд букв оптически равной высоты

а — геометрическая схема, наглядно иллюстрирующая это оптическое явление; *б* — необходимое превышение букв при полужирном гротеске; *в* — необходимое превышение букв при классическом античном шрифте



объясняется тем, что более светлые цвета обладают большей энергией. Свет от них, падающий на сетчатку, раздражает еще и прилегающие нервы и раздвигает границы более светлой области за счет более темных прилегающих сфер (рис. 70).

Это явление играет существенную роль при конструировании шрифтов. В то время, как, например, буквы Е и F сохраняют свою полную высоту вопреки эффекту иррадиации, высота таких букв, как О и G, несколько уменьшается, еще больше уменьшаются из-за острых окончаний буквы А и V. Эти буквы кажутся ниже общей высоты строки. Чтобы они

казались одинаковой высоты с остальными буквами строки их уже при разметке выносят несколько вверх или вниз за пределы строки (рис. 71).

Эффектом иррадиации объясняется и различное впечатление от поверхностей, покрытых поперечными или продольными полосами. Поле на рис. 72, а кажется более низким, чем поле на рис. 72, б, так как белый цвет окружающего поля проникает наверху и внизу между полосами и визуальное уменьшает высоту поля.

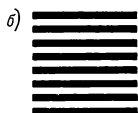


Рис. 72. Одинаковые по размерам квадраты кажутся неравносторонними прямоугольниками под влиянием эффекта иррадиации



Рис. 73. При равновеликих четко ограниченных поверхностях вертикальные полосы создают впечатление большей высоты, горизонтальные — большей ширины

Это явление нельзя смешивать с оптическим обманом, при котором при равновеликих и четко ограниченных поверхностях вертикальные полосы создают впечатление большей высоты, а горизонтальные — большей ширины (рис. 73).

4.3.7. Одновременный контраст

Под одновременным контрастом понимают изменение цветового впечатления, вызванное другими, расположенными по соседству цветами. Сила воздействия любого цвета увеличивается под влиянием противоположного цвета, безразлично, идет ли речь о светлотном или хроматическом контрасте. Серый цвет под влиянием черного больше приближается к белому, а под влиянием белого — к черному. Один и тот же оранжевый цвет в красном окружении кажется светлее, а в желтом — темнее (цветной рис. 43). Поскольку любой цвет, появляющийся в поле зрения, всегда понимается как часть целого, явление одновременного контраста приводит к взаимодействию части и целого.

Например, на зеленом фоне красный цвет выделяется, светится; этим фоном подчеркивается его выразительность (цветной рис. 44) (влияние целого на часть).

Но красный цвет в свою очередь изменяет действие целого. Зеленый цвет под влиянием красного становится более определенным, как бы более зеленым, и приобретает живость, выразительность (влияние части на целое, см. раздел 5.3).

Вспомните в ахроматический ряд на цветном рис. 45. Каждое отдельное серое поле на границе с более светлым соседним полем становится как бы темнее. Причины этого явления еще недостаточно изучены. Гельмгольц объясняет его оптическим обманом. Геринг, напротив, предполагает взаимное влияние друг на друга отдельных частей сетчатой оболочки глаза (индукцию).

Если рядом расположены дополнительные цвета приблизительно равной светлоты (цветной рис. 27), то это взаимное влияние их друг на друга едва ли можно отрицать.

4.3.8. Последовательный контраст

Последовательным контрастом называют способность зрительного аппарата, выражающуюся в возникновении после любого цветового ощущения последовательного образа противоположного цвета. Если, например, из глубины комнаты смотреть на окно и оконный переплет, а затем закрыть глаза, то в зрительном аппарате возникнет образ окна, но цвет и светлота его будут обратны цвету и светлоте раздражителя (в нашем случае окна). Небо будет темным, а оконный переплет светлым. Чем больше света, тем больше энергии, т. е. большая нагрузка на сетчатую оболочку глаза и, следовательно, более быстрая ее утомляемость в тех местах, на которых запечатлевается небо. Когда мы закрываем глаза, эти места сетчатки особенно утомлены, и вследствие этого в последовательном образе здесь появляется темная или обладающая лишь слабым светом зона. Части же сет-

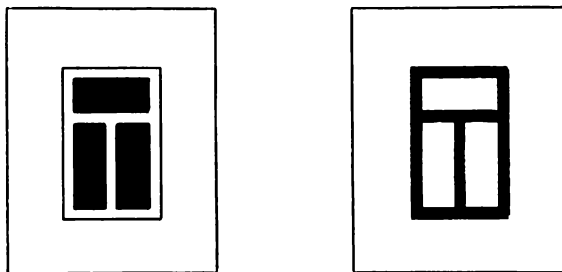


Рис. 74. Положительный и отрицательный последовательные образы

чатки, на которые попадает изображение темного оконного переплета, раздражаются мало и, следовательно, так же мало и утомляются. При закрытых глазах через веки проникает еще достаточно света, чтобы вызвать раздражение мало утомленных частей сетчатки и тем самым слабое световое ощущение. Таким образом, при закрытых глазах оконный переплет кажется светлым (рис. 74, слева). Если же при этом опыте

полностью исключить всякое попадание света в глаза, то отрицательный последовательный образ превращается в положительный. Небо опять кажется более светлым, а переплет — темным (рис. 74, справа).

Цвет последовательного образа. Если фиксировать взгляд на красном круге (цветной рис. 46) и затем перевести его на небольшой крестик, то там появится отрицательный последовательный образ красного пятна — зеленый круг. Если попеременно смотреть направо и налево, то рядом с красным кругом также возникнут зеленоватые образы. Чем дольше глаз будет совершать это попеременное движение, тем яснее становится зеленый последовательный образ. На практике часто наблюдается ритмичная смена каких-либо предметов, например движение конвейерной ленты с находящимися на ней цветными предметами. При взгляде направо зеленый последовательный образ даже накладывается на желтую полосу и изменяет ее цвет. При взгляде налево желтая полоса вызывает фиолетовый последовательный образ, который приводит к частичному изменению цвета красного пятна.

Явление цветных последовательных образов объясняется утомлением подвергавшихся раздражению зрительных клеток, аналогично тому, как мы это наблюдали при светлотном контрасте.

Когда мы видим красный предмет, возбуждаются те зрительные клетки, которые реагируют на красный цвет. Если затем взгляд переводится на белую плоскость, то световые лучи, частично отражающиеся и рассеивающиеся этой плоскостью, попадают на неодинаково нагруженные зрительные клетки. Клетки, реагирующие на красный цвет, уже несколько утомлены, клетки же, реагирующие на противоположный — зеленый цвет, обладают полной работоспособностью. Они реагируют на новое световое раздражение от виденного поля сильнее, чем зрительные клетки зоны красного цвета, и поэтому создают иллюзию зеленоватой поверхности там, где неутомленный глаз видит чисто белую поверхность.

Последовательный образ, естественно, видится нами и на фоне другого цвета, но наиболее четко он выявляется на белом фоне. Это объясняется тем, что на хроматическом фоне цвет этого фона и цвет последовательного образа смешиваются.

Остается еще ответить на вопрос, какие цвета возникают в виде последовательных образов. Ответ однозначен: любой цвет вызывает последовательный образ субтрактивно дополнительного цвета.

Из табл. 4 видна взаимосвязь цвета последовательного образа и цвета фона, на котором он возникает.

Последовательный образ в первом случае представляет собой светло-желтое пятно. По сравнению с абсолютным желтым цветом *I* он действительно имеет зеленоватый оттенок. С точки зрения колориметрии он принадлежит к светло-чистому ряду желтого *I*. Этот кажущийся сдвиг к зеленому цвету закономерен. Оствальд подробно останавливается на аналогичном явлении в своем учении о цвете. Любой желтый

Цвет последовательного образа

№ п/п	Цвет фона	Видимый цвет (цифры 24-частного цветового круга)	Цвет, на котором появляется последо- вательный образ	Цвет последовательного образа
1	Белый	Фиолетовый 12	Белый	Светло-желтый
2	"	Желтый 1	"	Светло-фиолетовый
3	"	То же	Черный	Средний фиолетовый
4	"	Фиолетовый 12	"	Темно-желтый
5	Черный	То же	Желто-зеленый 24	Красновато-желтый
6	"	"	Желтый 2	Зеленовато-желтый
7	"	"	Желтый 1	Светлее желтого 1, но то- го же цветового тона

или синий цвет можно высветлить. В любом случае результатом будет то, что благодаря посветлению высвобождается больше зеленого света, т. е. цветовой тон сдвигается в сторону зеленого. Следовательно, и желтый 1, когда он появляется в виде последовательного образа на белом фоне, должен иметь некоторую тенденцию приблизиться к зеленому. Но из этого нельзя заключить, что цвет последовательного образа от фиолетового будет желтовато-зеленым. Если последовательный образ появляется на каком-либо ином фоне, а не на белом, этот сдвиг в сторону зеленого цвета становится незаметным. Последующие опыты подтверждают этот факт.

В опыте 3 на черном фоне появляется в качестве последовательного образа желтый цвет такого тона, который получается при смешении желтого с черным. На вертушке этот желтый цвет не кажется зеленоватым.

В опытах 5, 6 и 7 исключается как посветление, так и потемнение последовательного образа, обусловленное фоном. Последовательный образ может появиться на фоне соседнего с ним цвета (одинаковой светлоты). Цвет последовательного образа одного и того же исходного цвета (фиолетовый 12) оказался: краснее, чем желтовато-зеленый 24; более зеленый, чем желтый 2 (оранжево-желтый), одинаковым по цветовому тону с желтым 1, только несколько светлее.

Последовательный образ от желтого 1 соответствует цветовому тону фиолетовый 12, а цветовому тону желтый соответствует последовательный образ от фиолетового 12.

Это означает, во-первых, что каждый цвет вызывает в виде последовательного образа субтрактивно-дополнительный цвет и, во-вторых, что последовательные образы и исходные цвета взаимозаменяемы.

Цвет последовательного образа и цветовой круг. В изображенном на рис. 75 цветовом круге во внешнем кольце нанесены цифровые характеристики цветовых тонов по TGL. Во внутреннем кольце указаны соответствующие каждому исходному цветовому тону цвета последовательного образа. Учитывался только номер цветового тона, а не степень его насыщенности или светлоты, поскольку насыщенность и светлота изменяются в зависимости от фона, на котором возникает последовательный образ, как это было показано в предыдущем разделе.

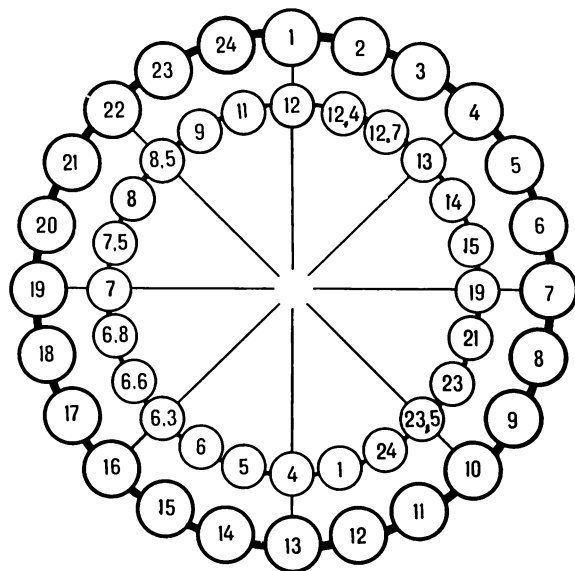


Рис. 75. На внешнем круге обозначены номера 24-частного цветотонного круга; на внутреннем круге нанесены номера цветового тона соответствующего последовательного образа

Если посмотреть на этот круг, то становится ясным, что между цветами последовательного образа и аддитивно-дополнительными цветами наблюдается расхождение, достигающее одной ступени цветового тона (на 24-частном цветотонном круге). Если расположить цвета в цветовом круге так, что всегда друг против друга будут размещаться цвета последовательных образов, то получится субтрактивный цветовой круг, изображенный на цветном рис. 48. Субтрактивный цветовой круг был рассмотрен с точки зрения техники смещения цветов в разделах 3.3.2 и 3.3.3. Здесь подтверждается его применимость с позиций физиологии. Нельзя согласиться с некоторы-

ми специалистами в области цветоведения, не признающими этого факта. Оствальд, например, отвергает субтрактивный цветовой круг, называя его «живописным цветовым кругом», выражая этим совершенно необоснованную недооценку его. По его мнению, «лишь физиологический цветовой круг имеет право на существование» («физиологический цветовой круг» Оствальда идентичен аддитивному цветовому кругу). Цветовой круг из таблиц цветовых тонов Бауманна очень близко подходит к правильному расположению последовательных образов, но он не исходит принципиально из этой систематизации.

Цвет последовательного образа и фон. На практике последовательные образы не всегда появляются на белом или черном фоне. Приведенные далее результаты систематических наблюдений должны дать представление о принципиальных взаимосвязях между последовательным образом и фоном. Именно возможные здесь варианты имеют особенно большое значение для правильного цветового решения рабочих мест, с тем чтобы довести до минимума возникновение мешающих работе последовательных образов.

Кроме того, необходимо указать еще и на тот факт, что последовательный образ может казаться более светлым, чем белый, и более темным, чем черный цвет.

Первый опыт. Мы видим красное пятно на черном фоне. Последовательный образ должен появиться на белом фоне. У последовательного образа цвет и светлота будут обратными. На белом фоне появится зеленое пятно средней светлоты и насыщенности.

Это совершенно закономерное явление.

Второй опыт. Мы видим красное пятно на черном фоне. Последовательный образ должен на этот раз появиться на черном фоне. Возникает последовательный образ такого зеленого цвета, который кажется более темным, чем черный фон. Это утверждение на первый взгляд неправдоподобно. Мы предлагаем проверить его собственными наблюдениями, пользуясь цветным рис. 49.

Третий опыт. Мы наблюдаем красное пятно на белом фоне, затем переводим взгляд на черную поверхность. Там появится ярко-зеленый цвет, по насыщенности равный абсолютному цвету.

Четвертый опыт. Мы видим красное пятно на белом фоне, затем останавливаем глаз на белой поверхности. Последовательный образ будет светло-зеленого цвета, который покажется еще более светлым, чем белый фон. Описать это явление нельзя, это надо наблюдать. Полностью осознает все это лишь тот, кто попытался воспроизвести цвет этого последовательного образа путем смешения. Рядом с таким последовательным образом даже самый мягкий зеленоватый белый цвет кажется темным серовато-зеленым.

К сожалению, цвета последовательных образов не удастся с полной точностью изобразить на цветовой таблице. Зеленый цвет, кажущийся светлее, чем белый, красный цвет, который кажется более темным, чем черный, нельзя воспроизвести. Но окружающая нас действительность дает примеры, на которых мы наблюдаем аналогичные явления. Так, например, на белой фарфоровой вазе мы видим еще более светлые блики, а на черном бархатном платье еще более темные тени.

Внимательный наблюдатель скоро обнаружит в этих явлениях определенную закономерность:

1) светлота последовательного образа будет обратной светлоте объекта;

Примеры различных цветов последовательных образов

Цвет фона	Цвет объекта	Цвет поля, на котором появляется последовательный образ	Цвет последовательного образа
Черный	Оранжевый	Белый	Светлый зеленовато-синий
"	"	Серый	То же
"	"	Черный	Темный зеленовато-синий, темнее черного
"	"	Оранжевый	Серовато-оранжевый, темнее
"	"	Фиолетовый	Сине-фиолетовый, темнее
"	"	Зеленый	Синевато-зеленый, темнее
"	"	Желтый	Зеленоватый, темнее
Белый	"	Белый	Зеленовато-синий, светлее белого
"	"	Серый	Светлый зеленовато-синий
"	"	Черный	Насыщенный зеленовато-синий
"	"	Оранжевый	Светлый серо-оранжевый
"	"	Фиолетовый	Синеватый, светлее
"	"	Зеленый	Синевато-зеленый, светлее
"	"	Желтый	Зеленоватый, светлее

- 2) в последовательном образе любой цветовой тон появляется как субтрактивно-дополнительный цвет;
- 3) последовательный образ всегда будет ненасыщенным;
- 4) последовательный образ всегда смешивается с фоном;
- 5) более светлый последовательный образ кажется находящимся за фоном, более темный последовательный образ — перед фоном.

4.3.9. Цветные тени

Неприятное, утомляющее действие на глаз двойного света достаточно известно. Большей частью двойной свет наблюдается при одновременном освещении естественным светом и светом ламп накаливания. Но он может вызываться также двумя или большим числом искусственных источников света, тогда как один и тот же объект освещается несколькими источниками, излучающими свет различной насыщенности и разного цвета.

Действие двойного света будет незначительным, когда:

разница в насыщенности дневного света и света ламп накаливания невелика;

источники света излучают свет из одного места (например, когда

лампа накаливания находится вблизи окна или два источника света разного цвета расположены близко друг от друга).

Отрицательное действие двойного света усиливается при большой разнице в насыщенности (дневной свет и красный свет) и когда свет нескольких источников падает с разных сторон (например, слева дневной свет, справа искусственный свет).

Под действием двойного света изменяется цвет предметов и наблюдаются цветные тени. Эти неприятные цветовые явления, возникающие в поле зрения из-за двойного освещения, не могут быть устранены нашим анализатором путем трансформации. В нашем восприятии не достигается постоянства (константности) цвета. Цвет предметов кажется нам иным, чем мы его привыкли видеть и сохранили в нашей памяти. Вследствие этого возникает состояние неуверенности при определении цвета. Это состояние может привести к нервозности и беспокойству.

Чтобы систематизировать эти явления, проведем сначала наблюдения над действием двойного освещения от источников, излучающих свет одного цвета, но разной насыщенности.

Для большей ясности при проведении опыта используются белые предметы и белые поверхности.

ОПЫТЫ СО СВЕТОМ ОДИНАКОВОГО ЦВЕТОВОГО ТОНА, НО РАЗНОЙ НАСЫЩЕННОСТИ

Свет слева	Свет справа
1. Дневной	Дневной
Предмет белый	Предмет белый
Тень серая	Тень серая
2. Дневной	Лампы накаливания
Предмет синий	Предмет оранжевый
Тень синяя	Тень оранжевая
3. Дневной	Синий
Предмет оранжевый	Предмет синий
Тень оранжевая	Тень синяя
4. Светло-красный	Густой красный
Предмет светло-красный	Предмет густой красный
Тень зеленая	Тень красная

ОПЫТЫ С РАЗНЫМИ ПО ЦВЕТУ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

5. Желтый	Фиолетовый
Предмет желтый	Предмет фиолетовый
Тень фиолетовая	Тень желтая
6. Красный	Зеленый
Предмет красный	Предмет зеленый
Тень зеленая	Тень красная
7. Желтый	Зеленый
Предмет желтый	Предмет зеленый
Тень красная	Тень фиолетовая

На цветном рис. 50 изображен шестой пример.

В приведенных опытах наблюдаются следующие закономерности:

- 1) цвет собственной тени приближается к цвету освещения;
- 2) падающая тень всегда будет менее насыщенной, чем собственная тень;
- 3) цвет падающей тени будет субтрактивно-дополнительным к свету, освещающему предмет и вызывающему образование тени;
- 4) при одинаковых по цвету источниках света более насыщенный свет приводит к образованию падающей тени;
- 5) там, где цветной свет от нескольких источников накладывается друг на друга, действуют законы синтеза света. Так, верхняя поверхность использованного в наших опытах параллелепипеда всегда будет принимать промежуточный цвет, получающийся от сложения света двух источников. Два разных по цветовому тону света дают на одноцветном кубе три различных цвета его граней, на шаре же — бесчисленное множество цветовых оттенков, так что становится невозможным определить собственный цвет предмета.

4.5. Цветовая слепота

Как не раз уже указывалось, в системе нервных окончаний сетчатки мы различаем аппарат цветного и аппарат бесцветного (сумеречного) зрения. При поражении одного из этих аппаратов наступает либо цветовая слепота, либо нарушение сумеречного зрения.

Если зрительные клетки не реагируют на волны определенной длины, то не возникает соответствующего этим волнам цветового ощущения. Это явление носит название частичной цветовой слепоты. Чаще всего наблюдается смешение цветов красных с цветами зелеными и реже — желтых с синими. Наблюдаются также случаи полной цветовой слепоты и случаи ослабления цветного зрения. Дальтонизмом страдают около 8% всех мужчин и лишь около 0,4% женщин.

В подавляющем большинстве случаев дальтонизм — врожденный дефект зрения, однако известны и случаи приобретенного дальтонизма. Дефект этот может прогрессировать и привести от пониженного цветового ощущения к полной цветовой слепоте.

При проверке цветного зрения прежде всего важно обнаружить тот вид цветовой слепоты, при которой смешиваются цвета красные с цветами зелеными — протанопия (дорожные знаки и различного рода сигнализация!). Следует заметить, что такого рода дальтоники (протанопы) не всегда легко обнаружить, так как они видят красный и зеленый не совершенно бесцветными, а как подсвеченный серый цвет (вероятно, как несколько желтовато-серый, поскольку волны желтого света, участвующие в образовании как красного, так и зеленого цвета, воспринимаются протанопом).

5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦВЕТА НА ЧЕЛОВЕКА

Воздействие цвета на человека, как правило, закономерно. Это обстоятельство имеет большое значение. Благодаря ему стало возможным целенаправленное использование цвета.

5.1. Виды воздействия цвета

На вопрос о том, каково воздействие синего цвета, физик ответит, что синий цвет активен, а художник скажет, что синий цвет пассивен. Кажущееся противоречие в этих ответах легко разрешается, если вспомнить, что физик под воздействием синего цвета понимает в первую очередь воздействие электромагнитного излучения. Он исходит из физических законов. Художник же, говоря о цвете, имеет в виду ощущения и восприятия, т. е. психологические последствия цветового впечатления.

Весьма полезно сопоставить на примерах принципиальное различие этих двух подходов к одному и тому же вопросу. При физическом воздействии цвета речь идет о процессах, связанных с характером световых волн или другими явлениями, вызванными элементарными частицами, которые поддаются измерению и взвешиванию. При психологическом воздействии цвета речь идет о чувствах, душевных переживаниях, которые мы, обобщая, называем эмоциональным или психо-физическим воздействием. Последнее название мы избрали потому, что психологическое и физическое воздействия при цветовом восприятии так тесно переплетаются, что выбор двух различных терминов может привести к неправильным выводам.

Имеется еще один вид воздействия цвета, который не может быть отнесен ни к одной из рассматриваемых выше областей. Это оптическое действие или, точнее, цветовое оптическое впечатление. В табл. 6 показаны виды воздействия пары дополнительных цветов — оранжевого и синева-зеленого.

Виды воздействия цвета

Вид воздействия	Характеристика цвета	
	оранжевого	синевато-зеленого
Физическое	Пассивный	Активный
Оптическое	Светлый, выступающий	Темный, отступающий
Эмоциональное	Теплый, сухой, кричащий, активный, возбуждающий	Холодный, влажный, спокойный, пассивный, успокаивающий

С точки зрения физики все абсолютные цвета — это равноценные составляющие спектра. Подразделение их на разлагаемые (делимые) и неразлагаемые (неделимые), т. е. на так называемые первичные и вторичные цвета, бесцельно и поэтому излишне. Исходя же из цветового восприятия, мы признаем за ними различную степень воздействия или степень активности. Конечно, и физику знакомо понятие о степени активности цвета, но он имеет в виду другую активность, которая действует в совершенно ином направлении. Так, например, синий свет дей-

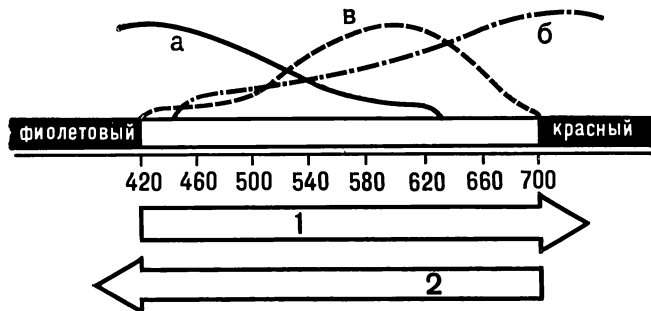


Рис. 76. Участок спектра с диапазонами
 а — светового действия; б — фотохимического; в — теплового; 1 — воз-
 растающее эмоциональное воздействие; 2 — физическое воздействие

ствуется на фотохимический слой черно-белой киноплёнки активней, чем желтый или красный свет.

С точки зрения психологии все обстоит иначе. Тут мы признаем за желтым и красным цветом большую активность, так как они возбуждают.

Для физика само собой разумеется, что более темные поверхности превращают больше световой энергии в тепловую, чем светлые. Психологически же ощущение тепла вызывают как раз светлые цвета, например желтый и оранжевый. Из рис. 76 видно, что эмоциональное воздействие цвета возрастает с увеличением длины волны, а физическое — с возрастанием частоты. В табл. 7. приведены данные о характере воздействия цветов.

Таблица 7

Систематизация свойств и воздействия отдельных цветов

Цвет	Физические свойства	Оптические свойства и эмоциональное воздействие
Белый	Получается в результате сложения всех цветов	Воспринимается однозначно
Желтый, красный, синий	Равноценные составляющие, каждый отличается своей собственной длиной волны	Воспринимаются однозначно
Оранжевый, фиолетовый, зеленовато-синий, желтовато-зеленый	То же	Воспринимаются не однозначно, а являются промежуточными между соседними цветами
Пурпурный	Представляет смешение красного и фиолетового	Воспринимается однозначно
От синего до фиолетового	Фотохимически активные цвета	Пассивные цвета
От оранжевого до красного	Фотохимически пассивные цвета	Активные цвета
Темные цвета спектра (11—16)	Превращают большое количество световой энергии в тепловую	Создают ощущение прохлады

Для решения задач цветового оформления пространства в первую очередь нужно знание свойств цвета, связанных с оптическим и эмоциональным воздействием. Лишь иногда приходится считаться с физическими законами. Так, например, вагон-холодильник окрашивается в белый цвет для отражения тепловых лучей. Здесь речь идет о чисто физическом действии цвета.

5.2. Оптическое и эмоциональное воздействия цвета

В практике оптическое и эмоциональное воздействия цвета тесно переплетаются. В последующем изложении мы разграничиваем эти понятия, чтобы облегчить ориентацию в том, что следует понимать под отдельными видами воздействия.

5.2.1. Оптическое воздействие цвета

Впечатление однородности цвета. Желтый цвет наиболее светлый из всех абсолютных цветов, он как бы обладает наибольшей силой. Мы не замечаем в желтом цвете ни зеленых, ни красных примесей, хотя физик нас убеждает в том, что желтый цвет *1* содержит компоненты зеленой и красной областей спектра.

Область пурпурного цвета создает аналогичное впечатление. Хотя по своему спектральному составу пурпурный цвет образуется из фиолетового и красного, оптически же он воспринимается однородным. Мы не предполагаем в пурпурном цвете *8* никакого смешения. Синий цвет *15* также кажется вполне однородным. Об оранжевом цвете этого сказать нельзя. Он всегда имеет красноватый или желтоватый оттенок. То же самое относится к фиолетовому цвету; по ощущению он всегда приближается либо к синему, либо к красному цвету. Подобно этому синевато-зеленый цвет также непостоянен. Зеленый же *21* воспринимается оптически единым, хотя мы знаем, что его можно получить путем смешения. В желтовато-зеленоватом также ощущается второй цвет — желтый.

Зрительное изменение пространства путем использования свойств цвета. Оптический обман, создаваемый сочетанием линий и плоскостей (сюда же относится и перспективное изображение), достаточно хорошо известен. С ним можно сравнить иллюзии или оптические явления, вызываемые цветом и изменяющие внешний вид предмета. Желтый цвет зрительно как бы приподнимает поверхность. Она кажется к тому же более обширной. Белый и желтый цвета создают эффект иррадиации, они как бы распространяются на расположенные рядом с ними более темные цвета и уменьшают окрашенные в эти цвета поверхности. Красный цвет при дневном освещении приближается к нам, выступает вперед. При сумеречном освещении он служит фоном и создает впечатление глубины.

Голубой цвет как бы удаляется от нас. В сумерках он, наоборот, выдвигается на передний план. Плоскости, окрашенные в темно-синий,

фиолетовый и черный цвета, зрительно уменьшаются и устремляются книзу. Зеленый цвет — наиболее спокойный из всех цветов. Эти свойства различных цветов можно с успехом использовать при оформлении интерьера (см. раздел 6.1 и 6.3).

5.2.2. Ассоциации и впечатления, вызываемые цветом

Характер и выразительность цвета может значительно меняться в зависимости от различных ассоциаций.

Эмоциональную характеристику того или иного цвета пытались объяснить характером тех предметов, на которых мы обычно воспринимаем этот цвет. Таким образом, эмоциональная характеристика цвета объяснялась ассоциациями. Однако Гельман недвусмысленно заявляет: «Разговорами о примитивных ассоциациях здесь ничего нельзя объяснить». Кайнц подтверждает это мнение следующим примером: если бы ощущение тепла определялось накопленным опытом, то белый цвет должен быть самым теплым цветом, так как максимальная температура наступает при белом калении.

Однако, как известно, это не так. Цвет может благодаря ассоциациям приобретать определенную эмоциональную окраску или вызывать те или иные чувства в зависимости от опыта, приобретенного человеком при восприятии цвета и соответствующего предмета. Но отнюдь не каждая эмоциональная характеристика зависит от ассоциаций.

Установить здесь какие-либо общие правила невозможно, но с некоторой степенью вероятности можно предположить, что красный цвет ассоциируется с огнем и кровью, желтый — с солнцем, синий — с водой и далью, зеленый — с лугами и лесом.

5.2.3. Синестезия и воздействие цвета

Электромагнитная волна длиной около 700 нм, проходя через глаз, вызывает ощущение красного цвета. Хотя интенсивность этого света, исходящего от окрашенной в красный цвет поверхности, и недостаточна для раздражения нервных окончаний кожи, все же этот свет, проходя через глаз, может вызвать вторичное ощущение, а именно ощущение тепла.

Оранжевый и красный цвета, возбуждая попутно со зрительным и слуховой центр мозга, вызывают кажущееся увеличение громкости шумов в фабричных цехах. Не лишено основания, что эти активные цвета часто называют «кричащими», хотя это лишь образное выражение. Зеленый и синий, успокаивающие цвета, ослабляют возбуждение слу-

хового центра, т. е. как бы ослабляют или компенсируют громкость шумов¹.

Желто-коричневый цвет кажется сухим, зеленовато-синий — влажным, розовый — слащавым, красный — теплым, оранжевый — кричащим, фиолетовый — тяжелым, желтый — легким. Это действие цвета нельзя объяснить ассоциациями. Оно вызвано синестезией, т. е. возбуждением одного органа чувств при раздражении другого.

Ниже приводятся основные характеристики воздействия цветов:

Белый	Легкий			
Желтый	„	Теплый	Сухой	
Оранжевый		„	„	Громкий, кричащий
Красный	Тяжелый	„	„	Кричащий, громкий
Фиолетовый	„			
Синий	„	Холодный	Влажный	Тихий, спокойный
Зеленый		Прохладный	„	Спокойный
Голубой	Легкий	„	„	Тихий, спокойный
Коричневый	Тяжелый	Теплый	„	
Черный	„		Сухой	

5.2.4. Физиологическое воздействие цвета

Мы различаем адаптацию или приспособление глаза к яркости (свету, темноте) или к цвету поля зрения; здесь мы имеем в виду воздействие цвета на чувствительность сетчатой оболочки и расширение или сужение зрачка. Одновременный контраст — это взаимное влияние друг на друга расположенных рядом цветов. Светлота светлых цветов возрастает при соседстве с темными цветами. Красный цвет по соседству с зеленым приобретает большую яркость. Чистый цвет рядом с серым цветом кажется особенно чистым.

Последовательный контраст является вторичным контрастом или последовательным образом. Нам знакомы позитивные отпечатки, они по цвету и светлоте совпадают с действительным образом, однако кажутся плоскими, лишены пластичности и не смотрятся в перспективе. При негативном последовательном образе цвета и светлота кажутся противоположными.

Непосредственным физиологическим действием на весь организм человека объясняются явления, вызываемые красным и синим цветом, в особенности при максимальной их насыщенности. Красный цвет воз-

¹ Это не совсем точно. Исследования советского ученого Л. А. Шварц позволили обнаружить иную связь между цветом и слуховой чувствительностью. Оказалось, что адаптация глаза к зеленому свету повышает слуховую чувствительность, а пребывание в условиях красного освещения той же яркости слуховую чувствительность снижает. (Прим. ред.)

буждает нервную систему, вызывает учащение дыхания и пульса и активизирует работу мускульной системы. Синий цвет оказывает тормозящее действие на нервную систему. Он вызывает замедление дыхания и пульса и ослабляет чувство боли. Красный, желтый, оранжевый цвета являются цветами экстраверсии, т. е. импульса, обращенного наружу. Группа цветов синего, фиолетового, зеленого характерна напротив для пассивной интроверсии и импульсов, обращенных внутрь.

Само собой разумеется, сила воздействия цвета на разных людей различна. При этом большое значение имеет темперамент и душевное состояние человека.

5.2.5. Цветовая символика

Для целого ряда свойств цвета не существует специальных наименований. Поэтому мы заимствуем понятия из музыки или из других областей.

Цвет имеет «тон», а до следующего цветового тона — «ступень». Некоторые цвета «насыщены». Красный цвет «кричащий», он «горит», «светится», бывает «огненным» и может что-то «подчеркивать», «акцентировать». Мы более точно определяем его как «крово-красный, огненно-красный, ярко-красный».

Зеленый цвет может быть «зеленый, как трава», или же «ядовито-зеленый». Белый бывает «белый, как полотно», «белый, как снег». Черный — «черный, как ворон», «черный, как смоль».

Когда сочетание цветов «говорит о чем-то» или «имеет акцент», когда о нем говорят, что оно «живое» или «мертвое», то это, конечно, понимается в переносном смысле.

5.2.6. Воздействие цвета на расстоянии

Характерно, что оптимальная различимость достигается сочетанием черного цвета с желтым фоном. Такое сочетание цветов используется для дорожных знаков. Ниже мы приводим различные сочетания цветов, располагая их по мере ухудшения видимости.

Оптимальная различимость цветов:



Посредственная различимость

желтый на черном;
белый на синем;
черный на оранжевом;
оранжевый на черном;
черный на белом;
белый на красном;
красный на желтом;
зеленый на белом;
оранжевый на белом;
красный на зеленом

5.2.7. Воздействие цвета в зависимости от структуры поверхности и характера материала

Большое влияние на восприятие цветных поверхностей оказывает их структура и характер материала. Поверхности бывают, например, зеркально гладкими, шероховатыми или даже крупнозернистыми. Они могут быть ровными, неровными и иметь изогнутую форму. Неровности могут располагаться в определенном порядке (в виде узора) или быть разбросанными в беспорядке. Поверхность предмета производит в зависимости от своей структуры определенный оптический эффект и вызывает особое раздражение глаза. Структура поверхности оказывает чрезвычайно сильное влияние на характер цвета. Особенно отчетливо это проявляется тогда, когда в пределах какой-либо группы цветов изменяют структуру цветной поверхности. Например, задняя стенка витрины окрашена в красные, желтые и синие полосы. Если покрыть желтую полосу шелком того же цвета, общее впечатление от оформления витрины сразу изменится. Причину этого следует искать в эффекте, производимом материалом, в данном случае в поверхностной структуре шелка.

Еще более показательным будет следующий опыт. Гладкую бумажную поверхность и поверхность, покрытую офактуренной штукатуркой, окрашивают в один и тот же зеленый цвет. На гладкую бумагу наносят краской желтый круг, а на зеленую шероховатую оштукатуренную поверхность помещают гладкий желтый диск. Цвета и в том, и в другом случае одинаковы, но по выразительности обе комбинации совершенно различны. На шероховатой оштукатуренной поверхности цвета эти смотрятся хорошо и живо, на гладкой бумаге они скучны и невыразительны.

Аналогичные явления мы встречаем и в окружающей нас природе. Желтые цветы одуванчика очень хороши на фоне зеленого луга. Это в значительной степени объясняется структурой поверхности луга. Не следует думать, что обратное сочетание цветов даст тот же результат, то же гармоничное сочетание. Желтая поверхность с зелеными пятнами никогда не будет иметь той прелести, о которой мы говорили в приведенном выше примере. Желтый цвет не подходит для гранулированной поверхности.

Особые свойства тканей, бархата и шелка, различных пород дерева, мрамора и т. д. производят и особое впечатление. Структура поверхности придает материалам динамику, живость.

Материалы и их воздействие. Дерево кажется теплым, камень холодным, ткани неплотными и легкими, металл плотным и тяжелым. Чтобы найти гармоничное цветовое решение, необходимо учитывать свойства материала. Например, белые буквы на желтом шелке смотрятся

декоративно, в то время как белый шрифт на желтой окрашенной поверхности расплывается.

Деревянные поверхности кажутся теплыми, динамичными. Они полны естественности и простоты. Дерево — наиболее выразительный материал из всех имеющихся в распоряжении художника.

Для металлических изделий наиболее предпочтительны стройные, вытянутые формы. Если металлическое изделие не окрашено, оно должно быть гладким и блестящим.

Стекло служит олицетворением чистоты, опрятности. Его рекомендуется использовать в торговых помещениях.

Предметы с поверхностью необычной структуры легко вписываются в уже существующие цветовые группы. Фактурная поверхность контрастирует с гладкой окрашенной поверхностью, и это уже производит гармоничное впечатление. Особенно удачные результаты удается получить при обдуманном сочетании различных материалов.

5.2.8. Воздействие цветов

В табл. 8 дается определение оптического воздействия и характера восприятия различных цветов.

Т а б л и ц а 8

Цвет	Оптическое воздействие	Воспринимается
Желтый	Светлый, близкий, однородный, рассеивающий	Теплым, легким, неплотным, сухим
Оранжевый	Светлый, близкий, рассеивающий, выступающий	Теплым, неплотным, сухим
Красный	Светлый, очень близкий, однородный, излучающий	Теплым, тяжелым
Пурпурный	Однородный	Тяжелым
Фиолетовый	Мрачный, далекий	Тяжелым, жестким, прохладным
Синий	Темный, далекий, однородный	Холодным, тяжелым, жестким, плотным, влажным
Сине-зеленый	Темный, далекий	Холодным, тяжелым, плотным, влажным
Зеленый	Далекий, однородный	Прохладным
Желто-зеленый	Светлый	Прохладным
Белый	Светлый, отступающий, однородный	Легким, неплотным
Черный	Темный, плотный	Жестким, тяжелым
Серый	Неопределенный	—
Красно-коричневый	Темный	Теплым, жестким, плотным
Желто-коричневый	Светлый, выступающий	Легким, неплотным

5.3. Выбор цветового решения

При выборе цветового решения художника и архитектора в первую очередь интересует эстетическое воздействие цвета. В этом смысле они различают:

1) простое эстетическое воздействие отдельного цвета или сочетания цветов, например впечатление, производимое простым цветовым рядом, теневым рядом и воздушной перспективой. В действительности эти явления воспринимаются как изменение цвета предмета в зависимости от освещения и глубины помещения;

2) общее художественно-эстетическое впечатление. Оно включает все воспринимаемое пространство. Мы не воспринимаем цвет изолированно. Даже в небольшом фрагменте, как правило, сочетается несколько цветов, которые усиливают или ослабляют друг друга. Благодаря цвету мы видим предмет, но кроме этого цвет вызывает определенные переживания, чувства. Поэтому цвет нужно выбирать очень продуманно. Сознательную группировку различных цветов, в основу которой положены те или иные исходные позиции, называют комбинаторикой. Оценка и использование комбинированных цветов — важный шаг на пути выбора цветового решения.

Предмет, на который наносится цвет, особенно его функциональное назначение и характер поверхности, оказывает большое влияние на воздействие, производимое цветом. Рассматривая отношение цвета и предмета, говорят о целостном впечатлении или о единстве цвета и формы. Возникает гармония.

Если рассматривать возможности выбора цвета с позиций эстетики, то можно различить три ступени, три постепенные градации:

1) комбинаторику, т. е. группировку цветов по элементарным эстетическим законам — подобию, симметрии или контрасту;

2) гармонию, т. е. выбор сочетания цветов с учетом особого воздействия цвета или его выразительности в связи с предметом или его структурой;

3) динамику цвета, т. е. выбор цвета, направленный на определенное психофизиологическое воздействие. При этом строжайшим образом учитываются показатели активности цвета, освещение (модуляция света и тени) и пространство помещения (включая перспективу), его функции, меблировка, оборудование.

5.3.1. Комбинаторика

Комбинировать цвета — это значит выбрать из всего многообразия несколько цветов и сочетать, сгруппировать их так, чтобы по выразительности данное сочетание создавало определенное ощущение, например живости или монотонности, тепла или холода.

Под комбинацией цветов понимают лишь абстрактную группировку, т. е. сочетание цветов по их свойствам, контрастам и цветовым характеристикам без учета своеобразия окрашиваемого предмета. Комбинаторика дает эстетическую основу для решения цвета в форме различных разработанных ею цветовых сочетаний. Вспомогательным средством и опорой, т. е. большим облегчением при выборе того или иного сочетания цветов, является соответствующая систематизация цветов с присущей ей типичной структурой и вытекающими из нее специальными возможностями комбинирования, например теневые ряды по системе Оствальда.

Цвета приведены в пространственную систему в виде цветового тела TGL. Оно является основной технико-эстетической системой цветов и объединяет системы Рунге, Гельмгольца, Оствальда, Бауманна-Праэе и Менселла.

Все многочисленные цвета цветового тела TGL могут быть охарактеризованы тремя цифровыми показателями цвета; но этим еще не охватывается все многообразие выразительности различных цветов и структура цветовых систем. Отдельные составные части цветового тела TGL допускают большое множество комбинационных возможностей:

в цветовом круге TGL;

в однотональном цветовом треугольнике цветового тела TGL;

в пределах всего цветового тела TGL.

Структура цветового круга TGL. Цветовой круг TGL подразделен на 24 цветовых тона. При их систематизации впервые была учтена светлота абсолютных цветов. Внутри круга достигается симметричное по светлоте расположение цветовых тонов (цветной рис. 34 и 63). Самый светлый желтый цвет. По направлению через красный к синему или через зеленый к синему все цвета, расположенные на одной горизонтали, постепенно в равной мере становятся темнее. Самым темным тоном является фиолетово-синий, обозначенный в цветовом круге номером 13.

Таким образом, кроме визуальной равномерной градации цветовых тонов цветовой круг дает представление еще и о степени светлоты этих цветов. Уже только комбинация цветов, расположенных внутри цветового круга на равных расстояниях друг от друга, дает определенные сочетания цветов, отличающихся характерным своеобразием цветового образа, например нейтральные цветовые ряды.

Так, можно построить комбинации, показанные на рис. 77:

1—13	(противоположные цвета)
1—9—17 (или 1—9 или 9—17 или 1—17)	(чужеродные цвета)
1—7—13—19	(чужеродные цвета)
1—5—9—13—17—21	(родственные)
1—4—7	(родственные)
1—3—5	(похожие)
1—2/5—4	(похожие)

При такого рода группировке, правда, все еще не учитывается различное качество и весьма существенное явление контрастности цвета. Это всего лишь чисто математическая комбинация, основанная на расстоянии между цветовыми тонами в цветовом круге. Так, например, несмотря на одинаковое расстояние, контрастность цветовой пары 7—12 больше, чем пары 19—24. В цветовом круге можно исходить также и из качественных диапазонов (например, активный — пассивный, теплый — холодный) и комбинировать в пределах данного диапазона.

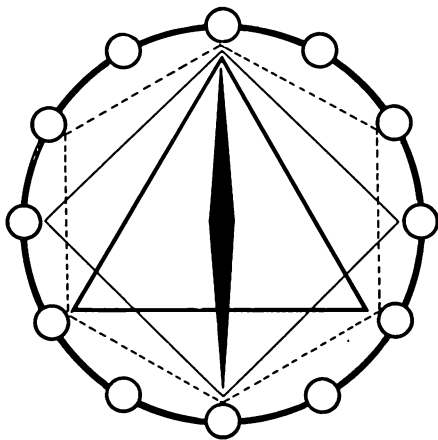


Рис. 77. Комбинации цветов в цветовом круге

На цветном рис. 60 изображены «полюс тепла» — оранжевый и «полюс холода» — сине-зеленый. На том же рисунке показана активная зона с красным и пассивная зона с зеленым ведущим цветом в качественной структуре цветового круга. В общем цветовой круг позволяет осуществлять комбинации начиная с монотонных соседних цветов, например пары зеленый — синий, и кончая динамичными сочетаниями, например группы оранжево-красного — зелено-синего цвета.

Для действия, производимого цветовым рядом или группой цветов, не безразлично, происходит ли переход от одного цвета к другому постепенно или ступенями. Характер перехода в значительной степени изменяет цветовой образ (цветной рис. 52). Большие расстояния дают сильные контрасты. Комбинация цветовых тонов одинаковой светлоты дает новое по характеру сочетание, отличающееся для каждой группы цветов своей особой степенью напряженности. На цветовом круге, изображенном на цветном рис. 53, все цвета, расположенные в одном кольце, имеют одинаковую насыщенность. По мере приближения к центру круга, т. е. по направлению к нейтральной оси, насыщенность уменьшается. Пользуясь цветовым кругом такого построения, можно создавать комбинации из цветовых тонов равной насыщенности.

Структура однотональных цветовых треугольников. В однотональных цветовых треугольниках наиболее наглядно выявляются следующие цветковые ряды или группы, обладающие типичной для них выразительностью, т. е. своим особым характером:

- 1) ахроматический ряд с его конечными цветами — белым и черным (цветной рис. 38);
- 2) ряд абсолютных пигментов. Типичной особенностью этого ряда

является чистота отдельных цветов при наличии одной цветовой точки, обладающей одновременно максимальной светлотой и насыщенностью, т. е. максимальной степенью чистоты, и точки, характеризующейся максимальной наполненностью и глубиной цвета (цветной рис. 38, а);

3) теневой ряд как типичный ряд в системе Оствальда. Все цвета теневого ряда имеют колориметрически равную чистоту и обладают большой художественной ценностью. Они являются затемненными рядами соответствующего абсолютного цвета (цветной рис. 38, в);

4) ряды одинаковой светлоты, расположенные всегда на горизонтальных координатах. Они показывают степень замутненности соответствующего абсолютного цвета;

5) световые ряды, являющиеся типичными цветовыми рядами по системе Бауманна-Празе. В однотональном треугольнике цветового тела TGL, они проходят в виде поперечных линий от исходного цвета (в технике смешения — от исходного пигмента) к белому. Это наиболее популярные цветовые ряды художника, поскольку с точки зрения техники смешения получение их отличается наибольшей простотой (цветной рис. 38);

6) ряды цветов равной насыщенности по Менселлу, являющиеся ценными с художественно-эстетической точки зрения цветовыми рядами. Для цветового решения они более важны, чем теневые ряды, у которых по мере потемнения одновременно уменьшается насыщенность, в то время как у визуально равнонасыщенных цветовых рядов с возрастающим потемнением не наблюдается уменьшения ощущения цветности (цветной рис. 38);

7) цветовые ряды в перспективе, относящиеся к системе Рунге. Эти цветовые ряды с художественной точки зрения имеют большую ценность.

Все абсолютные цвета могут быть завуалированы серым. Все естественные, воспринимаемые в пространстве цвета приближаются к этому серому цвету по мере увеличения слоя воздуха при удалении к горизонту;

8) внутри однотональных цветовых поверхностей можно выделить определенные области. Цвета такой зоны обладают присущим только им воздействием и характерными особенностями. Мы различаем: группу пастельных цветов, группу максимально насыщенных цветов, группу глубоких и тем-

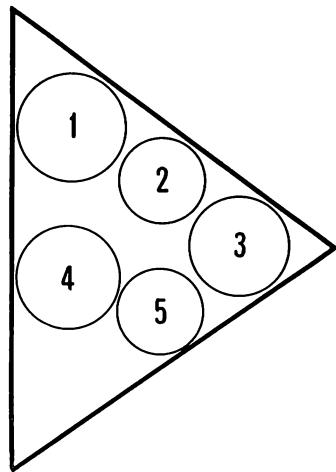


Рис. 78. Области с различным характером цвета внутри однотонального цветового треугольника

1 — насыщенные цвета; 2 — цвета средней насыщенности; 3 — максимально насыщенные цвета; 4 — минимально насыщенные цвета; 5 — глубокие и темные цвета

ных цветов, группу цветов средней насыщенности, а также группу цветов минимальной насыщенности (рис. 78). Любой цветовой ряд одного однотонального цветового треугольника может комбинироваться с соответствующим рядом другого цветового треугольника. Возможны также комбинации в пределах групп однотональных цветовых треугольников, причем цветовые тона могут варьироваться.

Воздействие цвета на наши чувства столь же многообразно, как и возможности комбинации цветов. Тот, кто хочет владеть цветом, должен быть знаком с перечисленными простейшими эстетическими цветовыми рядами или группами и их местом или направленностью в цветовом теле TGL. Кроме того, он должен знать способы технически рационального и визуально совершенного смешения цветов.

5.3.2. Гармония цветов

Гармоничное цветовое решение предполагает комбинацию различных цветов в смысле простейших эстетических закономерностей. Однако в то время как при абстрактных комбинациях не оценивается выразительность или комплексность воздействия цвета, при гармоничном цветовом решении комбинация цветов, цветовая группа с присущей ей выразительностью (контрасты, напряженность) выбирается совершенно сознательно для определенного предмета. Цвет и форма в этом случае образуют единство.

Цвет, т. е. зрительное ощущение, вызванное светом и предметами в пространстве, весьма активно участвует в возникновении чувств и эмоций. Цвет оказывает определенное действие на душевное состояние человека, может изменять его.

Мы воспринимаем цвета на конкретных предметах окружающего нас мира. И к этим предметам у человека совершенно определенное отношение. Мы имеем известный опыт в отношении функционального назначения предмета и его ценности.

Цвет обладает известными характерными свойствами и определенной выразительностью. Человек, рассматривающий предмет, ожидает, что выразительность цвета должна согласовываться с функцией или назначением предмета или с определенной тематикой (вагон-холодильник окрашивают в белый цвет; для обложки книги под названием «Сталь» больше подходит сочетание голубого цвета с черным, чем розового с желто-зеленым).

Только то сочетание цветов, которое соответствует нашим ожиданиям и представлениям, которое удачно дополняет функциональное назначение предмета, т. е. удовлетворяет требованиям единства цвета и объекта, воспринимается как гармоничное.

Комбинаторика опирается на простейшие закономерности в выборе цвета.

Подводя итог, можно установить три фактора, участвующих в создании гармоничного сочетания: цвет, объект, человек.

Ниже мы делаем попытку определить и другие факторы, которые следует учитывать при цветовом решении.

Во-первых, различное воздействие и восприятие цвета. Отдельные цвета, например, могут быть светлыми или темными, хроматическими или ахроматическими, насыщенными или малонасыщенными; сочетания цветов могут быть контрастными или неконтрастными и т. д. В то же время цвет воспринимается, например, далеким или близким, теплым или холодным, легким или тяжелым. Психофизиологически он воздействует, например, возбуждающе или успокаивающе, поднимает настроение или угнетает.

Во-вторых, следует учитывать характер и специфику объектов, структуру их поверхности (они могут быть шероховатыми или гладкими, расчлененными или нерасчлененными), размеры (они могут быть большими или малыми, длинными или короткими), материал (дерево, бетон, металл, стекло). Кроме того, учитывается функциональное назначение и освещение (дневное, цветное, точечное или рассеянное).

Общее представление, которое человек имеет о предметах, и его отношение к этим предметам определяют задуманное им цветовое решение. Гармоничное впечатление от цветового решения предполагает согласованность как цветов между собой, так и соответствие характера цвета и объекта.

Из предыдущих разделов становится ясным, что сочетание цветов еще нельзя назвать гармонией цветов. Следовательно, прибор, служащий для подбора цветов, не учитывающий характера цветоносителя, не заслуживает названия «прибора для подбора гармоничного сочетания цветов» (например, прибор, предложенный Оствальдом, см. рис. 8). Он дает возможность подбирать цвета лишь по расстоянию между ними на цветовом круге, т. е. либо дополнительные, либо чужеродные или родственные цвета (см. рис. 2). Тот, кто ожидает от такого рода приборов большего, может впасть в серьезную ошибку (Оствальд говорит о гармонии, а имеет в виду комбинаторику).

Абстрактные цветовые сочетания могут быть гармоничными или динамичными (цветной рис. 57). Однако только при непосредственном цветовом восприятии реальной действительности можно правильно оценить взаимосвязь между отдельными цветами, с одной стороны, и между цветом и предметом — с другой.

5.3.3. Динамика цветоподачи

От некоторых цветов и цветовых сочетаний исходит как бы сила, энергия, оказывающая на человека психофизиологическое воздействие. Такое воздействие достигается как ахроматическими,

так и хроматическими цветами (цветной рис. 56). Оно основано не только на смене цветовых градаций, т. е. на контрастах, но и на взаиморасположении цветных поверхностей в цветовой группе, в цветовом сочетании (см. цветной рис. 54—56).

Мы различаем, например, красный и зеленый не только как визуально различные цветовые тона, но и по их различному воздействию на психику. Известно, что красный цвет возбуждает, а зеленый успокаивает. Взаиморасположение цветных поверхностей может еще усилить это действие. В общем мы в этом случае говорим о динамике цветоподачи или о динамическом действии цвета.

Найти динамичное цветовое решение не означает, следовательно, создание в решаемом пространстве хаотической пестроты, «кричащих» цветовых сочетаний. Стремление к динамике не должно приводить к анархии в цветоподаче. Динамика цветоподачи означает научно обоснованное целенаправленное цветовое решение, обладающее специфическим характером воздействия. Правильным выбором цвета должно достигаться усиление или ослабление напряженности душевного состояния человека, возбуждение и усиление концентрации внимания, улучшение условий видения и выделение необходимых членений на предметах, в окружающем пространстве, на рабочем месте. Далее, правильно выбранный цвет должен предупреждать возникновение последовательных образов и ослаблять ощущение шума, служить целям сигнализации и обеспечения безопасности. В больницах цвет, в зависимости от характера болезни, должен стимулировать или успокаивать нервную систему больного.

Воздействие цвета (например, теплый, холодный, монотонный) в принципе на всех людей одинаково. Сила же цветового впечатления, т. е. степень его воздействия, зависит от целого ряда привходящих факторов:

1. Воздействие цвета в цветовой группе относительно. Сине-зеленый 19 кажется рядом с желто-зеленым 22 холодным, рядом с синим 16 теплым. Оранжевый цвет при сопоставлении с желтым воспринимается более темным, а при сопоставлении с фиолетовым — светлым.

2. Психофизиологическое воздействие цвета в значительной степени зависит от: большей или меньшей насыщенности цвета, размера цветной поверхности, расстояния, с которого воздействует цвет, направления, откуда воздействует цвет, снизу, сверху или сбоку.

3. Сила воздействия цвета зависит от настроения, характера и восприимчивости человека.

Следовательно, там, где на первом плане стоит целенаправленное, основанное на психофизиологическом воздействии цветовое решение, говорят о динамике цветоподачи. В первую очередь это относится к производственным помещениям, транспортным сооружениям, административным помещениям, учебным заведениям всякого рода, больницам, т. е. ко

всем тем объектам, в которых цветовое решение имеет непосредственное влияние на человека (с целью концентрации внимания, стимулирования работоспособности и т. д.). Точно разграничить понятия гармоничной и динамичной цветоподачи невозможно. Цветовое решение жилого интерьера, фасада или плаката также содержит элементы динамики.

Гармоничное согласование цветов и учет основанной на элементарных эстетических закономерностях выразительности цветовой группы (абстрактной комбинации цветов) является необходимой предпосылкой динамики цветового решения. Гармония — более спокойная, а динамика более экспрессивная форма цветового решения.

5.3.4. Взаимосвязь объекта и цвета

При выборе цвета учитывается целый ряд факторов:

1. **Оптико-физические.** Например, холодильники предназначены для того, чтобы сохранять холодными мясо или рыбу. В данном случае выбирается белая окраска, хорошо отражающая тепловые лучи

2. **Физиологические.** При окраске номеров автомобилей нельзя, например, применить сочетание оранжевого и сине-зеленого тонов одинаковой светлоты, поскольку от такого сочетания начинает рябить в глазах (см. цветной рис. 27). Черный же шрифт на белом поле дает контрастное, четкое и спокойное изображение.

3. Психологические:

а) определяемые явлением синестезии: не рекомендуется окрашивать наполненные солнечным светом помещения в теплые желто-красные тона. Сюда больше подойдут холодные — голубые или светло-зеленые;

б) определяемые активностью цвета: школьная доска не должна быть окрашена в возбуждающий красный цвет. Более подходящим в данном случае будет успокаивающий оливково-зеленый;

в) определяемые ассоциациями: свежий и неподкрашенный маргарин имеет слишком белый цвет. Поэтому его подкрашивают, но не в зеленоватый или красноватый цвет, а в желтоватый, т. е. такой, каким мы привыкли видеть сливочное масло. Тогда маргарин выглядит аппетитнее.

4. **Эстетические.** Сочетание двух насыщенных цветов — оранжево-красного и зеленого — хорошо подходит для цирковой рекламы. Но эти же цвета не будут гармонировать на фасаде оперного театра.

5. **Гигиенические.** В эксплуатации паровозы быстро чернеют от сажи и копоти. В связи с этим локомотивы не окрашиваются в белый или желтый цвет.

Во взаимодействии цвета и объекта человек выступает как наблюдатель. На первый взгляд кажется, что он является пассивным, только

воспринимающим элементом в этом треугольнике. Он любит, например, игру красок на детском рисунке. Но то же самое сочетание цветов в других условиях, например в качестве декоративного пятна над письменным столом, вызвало бы неудовольствие зрителя. Итак человек не просто пассивно воспринимает, а мысленно, эмоционально перерабатывает полученную информацию с оценкой увиденного.

Суждение человека, его оценка зависят от различных условий: возраста, пола, состояния здоровья, привычки, профессии и традиций. Например, некоторые люди выступают против цветного потолка не потому, что он не подходит к данному интерьеру, а только потому, что привыкли к белому.

5.4. Цветовые сочетания с точки зрения психологии

Как уже было сказано, для получения гармоничного образа характер цветового решения должен отвечать назначению предмета. Выразительность цвета не является чем-то постоянным, она зависит от предмета, который окрашен в данный цвет.

В этом разделе предпринимается попытка систематизировать различные цвета по степени их выразительности. Хотя окончательное воздействие цвета на человека и определяется предметом — цветоносителем, все же можно установить некоторые общезначимые характеристики воздействия как отдельных цветов, так и цветовых сочетаний. Эти в значительной степени не зависящие друг от друга воздействия складываются под влиянием явлений цветового контраста, т. е. полярности цветов. В первую очередь сюда следует отнести различное оптическое впечатление от цветов, которое мы назовем первичным контрастом. Во вторую очередь — это побочное воздействие цвета, объясняемое возбуждением одного органа чувств при раздражении другого. Возникающие при этом побочные ощущения также отличаются противоположным характером. Это явление мы называем вторичным контрастом.

Следует обратить внимание на то, что цвета, расположенные с одинаковыми интервалами в цветовом круге, не вызывают у нас ощущения одинаковых по силе контрастов.

Спектральный угол между всеми перечисленными далее парами цветов равен 90° , но контрасты этих цветов различны: слабый контраст наблюдается для цветов зеленого — желтого, средний для желтого — красного, сильный — для красного — синего. Отсюда видно, что даже комбинаторика не допускает простого механического объяснения контрастов расстоянием между соответствующими цветами на цветовом круге. Здесь уже предполагается определенная способность почувствовать выразительность отдельных цветов (см. табл. 9).

Виды контрастов

Вид контрастов	Сильный	Слабый	Средний
Первичные контрасты			
Светлотные:			
ахроматические цвета	Черный—белый	Черный—серый	
хроматические „	Желтый—синий	Желтый—оранжевый	
смешанные „	Белый—синий	Белый—желтый	Красный — сине-вато-фиолетовый
Хроматические	Красный—зеленый	Красновато-фиолетовый	
По насыщенности	Красный—серый	Красный—красновато-коричневый	Красный—серовато-коричневый
Вторичные контрасты			
Теплых и холодных тонов	Оранжевый—сине-зеленый	Оранжевый—пурпурный	Оранжевый—фиолетовый

5.4.1. Воздействие отдельных видов контрастов

Сильные контрасты создают ощущение ясности, четкости, уверенности, силы и твердости. Светлотные контрасты разграничивают плоскости, они могут быть формообразующим, но также и разделяющим средством. Сильные хроматические контрасты производят кричащее впечатление и усиливают воздействие контрастирующих цветов. Сильные контрасты по чистоте цвета увеличивают чистоту и силу излучения более чистого цвета.

Слабые контрасты производят в общем мягкое, неопределенное впечатление. Светлотные контрасты сглаживают границы, производят невыразительное, вялое впечатление. Слабые хроматические контрасты кажутся мягкими, нежными.

Имеются цветовые сочетания, которые отличаются только каким-либо одним видом контрастов. Так, при ахроматических цветах наблюдаются только светлотные контрасты. В большинстве цветовых сочетаний одновременно наблюдается три-четыре вида контрастов. В цветовой па-

ре оранжевый — синевато-серый мы видим светлотный и хроматический контрасты, контраст по чистоте тона и контраст теплого и холодного цветов, причем все виды контрастов объединены в одном цветовом сочетании. При изменении контрастов внутри какой-либо группы соответственно изменится и воздействие этой группы. При этом можно представить себе следующие комбинации:

сильный светлотный контраст при сильном хроматическом контрасте и сильном контрасте по чистоте тона, например желтый — синевато-серый;

сильный светлотный контраст при сильном хроматическом контрасте и слабом контрасте по чистоте тона, например желтый — серовато-синий.

сильный светлотный контраст при слабом хроматическом контрасте и сильном контрасте по чистоте тона, например желтый — темный зеленовато-серый;

сильный светлотный контраст при слабом хроматическом контрасте и слабом контрасте по чистоте тона, например желтый — темный серовато-зеленый;

слабый светлотный контраст при сильном хроматическом контрасте и сильном контрасте по чистоте тона, например желтый — светлый синевато-серый;

слабый светлотный контраст при сильном хроматическом контрасте и слабом контрасте по чистоте тона, например желтый — светлый серовато-синий;

слабый светлотный контраст при слабом хроматическом контрасте и слабом контрасте по чистоте тона, например желтый — светлый серовато-зеленый.

Возможности подобных комбинаций относительно синего цвета представлены на цветном рис. 58.

Следует обратить внимание на то, что при сильном хроматическом и слабом светлотном контрасте возникает сочетание цветов, от которого рябит в глазах. Вид таких цветовых сочетаний невыносим (см. цветной рис. 59).

В Лейпциге перевозочные транспортные средства были окрашены в светло-серый цвет и снабжены надписями оранжевого цвета той же светлоты. Уже на небольшом расстоянии эту надпись нельзя прочесть — она расплывается.

Наглядное представление воздействия светлотных контрастов дает цветной рис. 59. В левом нижнем углу этого рисунка расположены рядом максимально насыщенные цвета: зеленый (A1) и красный (B1). Здесь мы имеем сильный хроматический контраст при минимальном светлотном контрасте. Расположенные в правом верхнем углу зеленый

(М8) и красный (Л8) цвета обладают максимальной и разной светлотой; это также означает максимальный хроматический контраст при минимальном светлотном контрасте. На диагонали между названными углами (А1) и М8) мы находим, что все сочетания обладают максимально возможным хроматическим контрастом при одновременно минимальном различии по светлоте. Вся эта диагональная полоса очень пестрит и неприятно действует на зрение. В левом верхнем и в правом нижнем углах рисунка расположены цвета (например, А8 и В8 или М1 и Л1), которые при сильном хроматическом контрасте одновременно сильно различаются по светлоте. Эти сочетания хотя и резко отличаются по цвету входящих в них компонентов, но производят приятное впечатление. Этот пример наглядно показывает, что недоучет светлотных контрастов значительно ухудшает впечатление, производимое цветовым сочетанием.

5.4.2. Вторичные контрасты

Упомянутые контрасты между теплыми и холодными цветами не единственные в этой группе, но они, пожалуй, имеют наибольшее значение.

Теплый — холодный. Желтый, оранжевый и красный цвета всеми ощущаются как теплые. Цвета фиолетовый, синий и зеленый — как холодные. Полюс холодных тонов расположен в области сине-зеленых цветов, а теплых — в области оранжевых.

Контраст теплых и холодных цветов относителен. Красновато-синий кажется более теплым, чем зеленовато-синий. Зеленый может показаться теплым по сравнению с сине-фиолетовым и холодным по сравнению с красным цветом.

Активные — пассивные. Яркий оранжево-красный цвет — самый активный цвет спектра. Противоположный ему пассивный цвет находится в средней части области зеленых цветов.

Внутри группы цветов одного цветового тона самыми активными цветами будут наиболее светлые и насыщенные. В сумерках синий цвет активнее красного.

«Близкие» — «далекие». Все теплые цвета при дневном освещении производят впечатление близких; это цвета переднего плана. Они как бы приближаются к нам. Холодные цвета как бы отдаляются. В живописи такие цвета используют для передачи глубины пространства.

В сумерках соотношения меняются. В этом случае — цвета спектра, имеющие короткие длины волн, — синий и зеленый производят впечатление более светлых, находящихся на переднем плане; красный и желтый из области длинных волн — более отдаленных и глубоких.

«Громкие»—«тихие». Ярко выраженные теплые цвета производят впечатление «громких», почти кричащих. Зеленый, напротив, кажется спокойным, тихим, смягчающим.

Однако светлый яркий зеленый цвет, находясь на красно-коричневом фоне, может быть более резким и кричащим, чем красный.

«Сухие»—«влажные». Все теплые тона кажутся сухими. Охра желтая кажется выжженной, как песок пустыни. Синевато-зеленый цвет производит впечатление влажного, как тающий лед.

«Распространяющиеся»—«концентрирующиеся». Теплые, особенно желтые цвета, являются излучающими, распространяющимися. Синий напротив, кажется плотным и концентрированным.

Однако на темно-красном фоне и светло-голубой цвет кажется излучающим; он напоминает голубой цвет неба.

Легкие — тяжелые. Все светлые цвета кажутся легкими, все темные — тяжелыми. Из цветов одинаковой светлоты красноватые кажутся более тяжелыми, цвета же, тяготеющие к синему, — более легкими. Насыщенный желтый цвет как бы приподнимает, он стремится вверх; особенно ощутимо это на темном фоне. Голубой цвет тоже легкий и парящий.

Статичные — динамичные. Статичным можно назвать сочетание таких двух цветов, которые полностью уравнивают друг друга, как, например, желтый и фиолетово-синий. Особенно статичным воспринимается сочетание зеленого и пурпурного цвета, поскольку ни один из входящих в это сочетание цветов не выделяется (цветной рис. 61).

Динамичными будут сочетания красного с синим или оранжевого с зеленым (цветной рис. 62).

Возбуждающие и успокаивающие. Цветовой ряд от зеленого к желтому или от красного к желтому успокаивает. Цветовой ряд от желтого к красному или от желтого к зеленому возбуждает (цветной рис. 63).

5.4.3. Воздействие сочетаний дополнительных цветов в интерьере¹

Цвета незначительной насыщенности на окружающих стенах, потолке действуют на нас сильнее насыщенных цветов плаката или какого-либо отдельного предмета. Цветовой колорит помещения вне зависимости от того, создан ли он окраской или освещением, оказывает влияние на наше душевное состояние и может изменить настроение.

¹ Вопросы воздействия цветовых сочетаний на человека мало освещены в литературе. Вместе с тем трудно согласиться с приводимой автором оценкой воздействия сочетаний дополнительных цветов в интерьере и приводимой далее характеристикой сочетаний из недополнительных цветов, носящими в большинстве своем субъективный характер. (*Прим. ред.*)

Любое эмоциональное состояние может быть активизировано (т. е. возбуждено, дополнено, подчеркнуто) или компенсировано (т. е. смягчено, ослаблено) соответствующим цветовым сочетанием.

Например, помещения, окрашенные в желтый и фиолетово-синий цвета, располагают к серьезным размышлениям, сосредоточенности.

Оранжевый и зеленовато-синий цвета создают жизнерадостную атмосферу. Хорошо сочетаются с синим цветом.

Пурпурный и зеленый цвета создают атмосферу покоя, праздничности.

Красный и сине-зеленый цвета стимулируют деятельность.

Это цветовое сочетание в том случае, если доминирует сине-зеленый, можно рекомендовать для помещений, в которых выполняется тяжелая физическая работа. Оно может показаться резким; поэтому целесообразно эту группу цветов смягчать серым или белым цветом.

Особое воздействие достигается сочетанием желтовато-зеленого с фиолетовым. Сильная цветовая контрастность этих цветов эстетически выразительна. Эта цветовая пара рекомендуется для создания в помещении отдельных зон, в которых выполняется работа, требующая большого эмоционального напряжения. Для помещения в целом такое сочетание цветов не рекомендуется.

Ненасыщенные цвета, использованные для окраски помещения, оказывают более сильное воздействие, чем те же цвета на отдельных предметах. Наше естественное чувство пространства подсказывает нам, что более светлый и более активный цвет следует отнести к верхней зоне помещений. Отражающие поверхности стен взаимно влияют друг на друга. Декоративные ткани и мебель также определяют сочетание цветов.

При сочетании цветов в равных количествах воздействие их взаимно уничтожаются. Цвета как бы спорят друг с другом, вызывают чувство беспокойства. Определенная эмоция может быть вызвана только преобладающим цветом. Дополнительный цвет должен быть лишь сопутствующим, аккомпанирующим.

5.4.4. Сочетания из недополнительных цветов

Цветовое сочетание	Характер воздействия, восприятия, ощущения
Желтый—оранжево-красный Желтый—пурпурно-красный Желтый—желтовато-зеленый Желтый—синеvато-зеленый Желтый—черный	Активизирующее, теплое, жизнерадостное Парадное Освежающее и жизнерадостное Холодное и успокаивающее Желтый на черном—привлекающее, броское Черный на желтом—суровое

Цветовое сочетание	Характер воздействия и восприятия, ощущения
Желтый—белый	Вялое, слабое
Красный—фиолетовый	Неспокойное
Красный—синий	Динамичное, жизнеутверждающее
Красный—желто-зеленый	Активизирующее
Красный—черный	Угнетающее
Красный—белый	Неорганичное, жесткое
Красный—серый	Теплое, приятное, при преобладании серого цвета—строгое
Синий—оранжевый	Живое, возбуждающее
Синий—фиолетовый	Отступающее, требующее хорошего освещения
Синий—зеленый	Холодное, неподвижное
Синий—черный	Нежизненное
Синий—белый	Прохладное, чистое
Синий—серый	Неудовлетворяющее, холодное
Зеленый—фиолетовый	Ирреальное
Зеленый—оранжевый	Радостное
Зеленый—черный	Тяжелое
Зеленый—белый	Прохладное, сдержанное, чистое
Зеленый—коричневый	Спокойное, естественное

5.4.5. Трех- и четырехцветные сочетания

В такого рода сочетаниях всегда должен преобладать какой-либо один цвет, иначе вместо цветового единства создается впечатление пестроты. Два или три вспомогательных цвета оказывают вместе такое же действие, как вспомогательный дополнительный или дополнительный цвет, входящий в двухцветное сочетание.

Например, если преобладает желтый, то вспомогательные фиолетовый и сине-зеленый действуют вместе как дополнительный синий цвет, а вспомогательный красный и синий действуют вместе как дополнительный фиолетовый цвет.

Вряд ли необходимо подробно останавливаться на эмоциональном воздействии трех- и четырехцветных сочетаний. Такое цветовое сочетание, как правило, можно свести к двум главным цветовым составляющим, из которых, одна становится определяющей (ведущий цвет, доминирующий цвет), а вторая — вспомогательной, сопровождающей.

Если же в сочетание входят дополнительные друг к другу цвета с одинаковыми характеристиками и в нашем восприятии не происходит отнесение отдельных вариантов к ведущему или вспомогательному цвету, то создается впечатление пестроты.

Каждый цвет поддается разложению. Если мы разложим желтый цвет на желтовато-зеленый и оранжевый, то изменится не психофизиологическое, а эстетическое воздействие данного цветового сочетания. Желтый цвет также можно разложить на более светлые и темные тона, на более насыщенные и менее насыщенные, и это многообразие цветов дает нам возможность получить равное по силе эмоциональное воздействие от кажущихся неодинаковыми цветов и избежать однообразия и унификации при цветовом решении (цветной рис. 64).

5.4.6. Нейтральные цвета

Черный, белый и все оттенки серого цвета индифферентны в отношении хроматических цветов. Они не дополняют ни одного из них и не нуждаются в хроматическом цвете в качестве сопровождающего или вспомогательного. Вырезанный из бумаги силуэт, рисунок тушью, черно-белая фотография могут полностью удовлетворять нас в цветовом отношении. Черный, белый и серый нейтральны по отношению к хроматическим цветам, поэтому они легко могут вводиться в любое цветовое сочетание, если только светлотный контраст с соответствующим хроматическим цветом будет достаточным. При недоучете последнего условия получаются неудовлетворительные результаты. Этим объясняется тот факт, что зеленый и синий цвета в черном окружении, а желтый в белом теряют силу выразительности.

Контур. Нейтральные цвета, особенно черный и белый, используются часто при построении контура. Контур — это линии очертания. Там, где граничат друг с другом цвета одинаковой светлоты как бы в целях пояснения, придания формы или усиления воздействия применяется контур белого и черного цвета (цветной рис. 65 и 66). Художники часто используют контур с большим успехом. Акварели, на которых между мягкими и расплывающимися цветами оставлен чистый тон бумаги, образующий белые контуры, воспринимаются особенно нежными, наполненными воздухом. В монументальной живописи с помощью черных или темно-коричневых контуров достигается значительная выразительность. Особую роль играют контуры в решении витражей. Сверкающие цветных стекол усиливается в контрасте с темно-серыми свинцовыми обрамлениями.

Изучение природы убеждает нас в том, что естественные цветовые сочетания весьма гармоничны. Цветок хризантемы — это комплекс близких цветовых тонов. Если цвета отдельных лепестков перенести на бумагу красками, то на рисунке получится невзрачная, бедная контраста-

ми мозаика. Живой цветок имеет четко выраженную структуру, пластичность. Индивидуальный цвет каждого отдельного лепестка дифференцируется по цвету игрой светотени. Благодаря этому образуются контуры и возникают новые степени насыщенности, начиная от чистого цвета и постепенно доходя до серого, иногда даже с оттенком дополнительного цвета. Достигнутые таким образом контрасты и противоположности усиливают эстетическое впечатление.

5.4.7. Соотношение цветов

Из названия «активные и пассивные цвета» вытекает, что определенные цвета обладают большей или меньшей силой эмоционального воздействия. Смещения на оптическом круге обнаруживают известные параллели с этим свойством. Чтобы нейтрализовать желтый и синий цвета, нужно значительно больше синего, чем желтого. Для последнего цвета размеры поверхности заменяются насыщенностью, т. е. количеством качеством. Конечно, не случайно, что цвета на оптическом круге обладают теми же характеристиками активности, что и цвета, определяемые при помощи наших органов зрения. И в том, и

другом случае речь идет о результатах, определяемых световым стимулом и чувствительностью зрительных клеток.

Как уже говорилось в разделе 3.1.3, насыщенность цвета и разбеленность влияют на соотношения, необходимые для уравнивания цветов. Как правило, более легкие, теплые, активные, обладающие большей силой излучения цвета преобладают над остальными (цветной рис. 28).

Сила воздействия более светлого цвета проявляется особенно отчетливо, если какая-либо декоративная форма будет использована в виде позитивного и негативного изображения. Несмотря на одинаковое соотношение поверхностей белый орнамент на черном фоне оказывается более впечатляющим, чем точно такой же, но черный

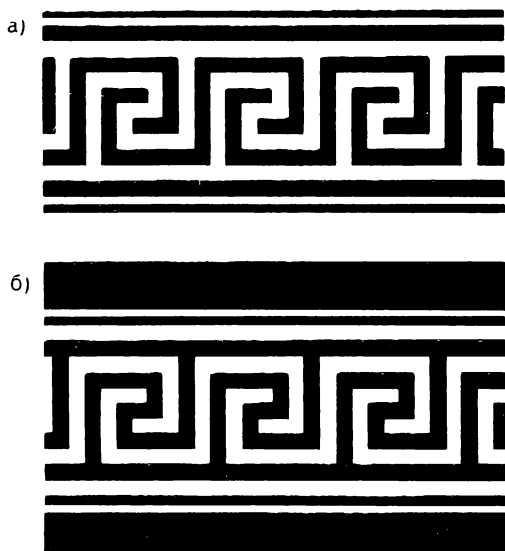


Рис. 79. Несмотря на одинаковые пропорции, белые поверхности кажутся шире черных
а — меандр в позитивном изображении; б — меандр в негативном изображении

орнамент на белом фоне (рис. 79). Если мы хотим, чтобы по силе воздействия обе декоративные формы были одинаковы, необходимо изменить соотношения окрашенных в разные цвета поверхностей. Часто мы судим о цвете по его визуальной весомости. Темные цвета как бы твердо покоятся на основании; светлые цвета парят, они кажутся легкими. Если на какой-либо поверхности внизу даны темные цвета, а наверху — светлые, то такое решение производит стабильное в отношении цвета впечатление. Если на такой же по конфигурации поверхности внизу даны светлые цвета, а наверху — темные, то все построение производит впечатление неустойчивости. При желании уравновесить светлые и темные цвета для более светлого цвета необходимо отвести большую поверхность (цветной рис. 67 и 68). Это правило, правда, не подтверждается воздействием некоторых материалов. Так, например, малые поверхности светлого камня с успехом могут уравновесить большие поверхности дерева темных пород.

6. ЦВЕТОВОЕ РЕШЕНИЕ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Выбор цвета для помещения в первую очередь зависит от его функционального назначения. Все остальные факторы, например размеры или ориентация помещения по странам света, вносят лишь некоторые нюансы в основное цветовое решение. Принципиальных изменений эти второстепенные факторы в выбор цвета помещения не внесут¹.

Передние, коридоры, например, должны быть подчеркнуто красочными, веселыми, возбуждающими интерес, общая комната должна быть спокойной, уютной, светлой, способствующей отдыху. Рабочая комната или комната для занятий должна способствовать сосредоточенности, а кухня — быть светлой, приветливой, гигиеничной; спальная комната — спокойной, освежающей; детская комната — веселой, подчеркнуто красочной.

Приведенные характеристики далеко не исчерпывающие; это лишь краткий перечень основных отличительных черт отдельных помещений квартиры. На практике к решению интерьера той или иной комнаты могут предъявляться и иные требования.

Размеры помещения влияют на действие, оказываемое цветом стен. В просторных помещениях цвет стен может быть более насыщенным. В небольших помещениях цвета слабой насыщенности воспринимаются как интенсивные.

Условия освещения зависят от ориентации помещения. Квартиры на первых этажах, выходящие во дворы-колодцы, как правило, темные и холодные; квартиры в верхних этажах, ориентированные на юг, напротив, светлые и теплые. Цветовое решение не должно подчеркивать или усиливать эти крайности в микроклимате квартиры.

Членение помещений определяется архитектурным решением

¹ С этим трудно согласиться. Напротив, практика показывает, что, например, ориентация помещений, как, впрочем, утверждает далее и сам автор, может являться первостепенным и определяющим фактором в выборе характера цветовой гаммы или доминирующего цвета отделки помещения. (*Прим. ред.*)

Отдельные зоны в помещении создаются ломаными в плане линиями стен, пилястрами, колоннами, выступающими балками перекрытия, а также расположением и количеством дверей или окон.

Меблировка помещения может использоваться для разделения его на отдельные функциональные зоны. Для этого соответствующая мебель группируется у одной из стен или в одном из углов комнаты.

6.1. Общее впечатление от цветового решения

От выбора того или иного цвета помещение воспринимается как более или менее уютное, теплое или холодное, спокойное или беспокойное, светлое или мрачное, жизнерадостное или действующее угнетающе.

Общее впечатление от цветового решения создается всеми окрашенными поверхностями помещения, и его следует понимать как комплекс, который складывается из цвета стен, потолка, пола, отдельных предметов обстановки и освещения.

Дерево мебели и другие материалы, обладающие специфической окраской, должны включаться в общее цветовое решение интерьера. Художнику-оформителю или архитектору при решении интерьера квартиры большей частью приходится иметь дело с целым рядом постоянных предметов обстановки, обладающих неизменным цветом. Это ковры, гардины, мебель. При выборе цвета для окраски комнаты следует учитывать цвет этих предметов обстановки. Кроме того, надо иметь в виду возраст, профессию и пол обитателей квартиры. Воздействие цвета стены зависит от освещения (дневной свет или искусственное освещение), от глубины помещения, ориентации. В комнатах, ориентированных на север, можно до некоторой степени создать впечатление солнечности путем выбора желтых гардин, окраски оконных откосов в желтый, а потолка в желтоватый цвет.

Характер отделки помещения определяется каким-либо одним цветом. Этот цвет является доминирующим, занимает в комнате наибольшую площадь и поэтому должен быть малонасыщенным.

Другой цвет — лишь сопровождающий, второстепенный. Не следует забывать о том, что чем более насыщенный цвет, тем меньше должна быть окрашенная в этот цвет поверхность. Следовательно, цвет может доминировать в помещении либо количественно, т. е. размерами окрашенных поверхностей (например, зеленые стены), либо качественно, т. е. своей интенсивностью (например, красное кресло).

Внимание наблюдателя можно привлечь различными цветовыми контрастами. Противопоставляют, например, светлый цвет темному, многоцветную поверхность — одноцветной, активный цвет — пассивному, теплый — холодному, спокойный — возбуждающему. Наиболь-

шее воздействие цвета достигается использованием контраста дополнительных цветов. Любой предмет обстановки (ваза, декоративная ткань), окрашенный в дополнительный к основному цвет, может подчеркнуть и усилить действие основного цвета в помещении (цветной рис. 81). В интерьере акцентируется либо потолок, либо одна стена, либо группа мягкой мебели (цветные рис. 69, 70 и 71).

То, что должно служить фоном, и по цвету должно отступать на задний план. Это достигается выбором более пассивного цвета, меньшей его насыщенностью (цветной рис. 79). Сопровождающий цвет в зависимости от количества и интенсивности может оказывать различное воздействие: много контрастного цвета к доминирующему создает большую напряженность (стена, контрастирующая с потолком, мебелью в уголке для отдыха или портьерой); минимум контрастного цвета не вызывает напряженности, но зато создает определенный акцент (ваза, картина).

На нейтральном фоне можно применить в качестве сопровождающих самые разнообразные цвета. Чем интенсивнее доминирующий цвет, тем меньше становится выбор сопровождающих цветов. На светло-сером фоне, например, все хроматические цвета смотрятся хорошо, если только они обладают достаточной контрастностью по яркости (цветной рис. 72). На синем фоне, напротив, выбор сопровождающих цветов уже ограничивается областью теплых цветов (цветной рис. 72). На ярко-красном фоне хорошо воспринимаются лишь немногие цвета. Белым и желтым цветом можно расчленить и оживить красную поверхность; зеленым подчеркнуть ее (цветной рис. 72).

В качестве ведущего цвета для больших поверхностей ярко-красный цвет непригоден, так как он подавляет все остальные цвета, которыми окрашены небольшие поверхности, действует утомляюще на зрение.

Беспорядочное использование большого количества различных цветов создает впечатление беспокойства. Одноцветность, напротив, ведет к монотонности и производит впечатление нерешенности и скуки. Если при оформлении использован лишь один какой-либо цвет, то тем самым ослабляется его действие: цвет как бы сереет, обесцвечивается. Необходимо вводить дополнительный к нему цвет, хотя бы для сопоставления, для сравнения. Только белый цвет, использованный без какого-либо другого цвета, невыразителен. Но он может быть цветовой прелюдией для определенных сочетаний цветов. Белый цвет таит в себе большие возможности. Чисто белый цвет подходит для нежного материала (шелк, гардины), но непригоден для стен. Если мы все же хотим, чтобы стена казалась белой, то ей необходимо придать неровную структуру. Благодаря этому возникает игра светотени и создаются определенные цветовые градации. Насыщенные цвета на белом фоне в значительной мере утрачивают свою яркость. На черном фоне теплые цвета воспринимаются более яркими (цветной рис. 73).

Нейтральный серый цвет поверхности приглушает и объединяет расположенные на ней яркие цвета; добавка серого при покраске в красный или зеленый цвет связывает эти цвета. Из всех производных от абсолютных цветов коричневый занимает особое место. Он ассоциируется с деревом, этим замечательным материалом, который делает наши комнаты такими теплыми и уютными. Следует помнить, что активный цвет повышает выразительность пассивного, а не наоборот; так, например, красный цвет — синего, оранжевый — зеленого, желтый — фиолетового (цветной рис. 74).

Аналогичное правило можно сформулировать и в отношении сочетания дерева мебели и цвета стен. Нужно стремиться к тому, чтобы теплое и чистое по цвету дерево смотрелось на фоне более холодного и малонасыщенного цвета стены.

Красное дерево допускает лишь незначительные варианты окраски стен. Стена может быть окрашена в теплый серый или серо-зеленый цвет. Блестящих окрасок вблизи от предметов из красного дерева следует избегать, так как от такого соседства блестящая поверхность дерева проигрывает. Дуб хорошо сочетается с зеленым, зеленовато-желтым и красновато-коричневым малонасыщенным цветом.

На фоне, окрашенном в насыщенные цвета, дубовая поверхность выглядит старой и посеревшей (цветной рис. 75).

Светлые породы дерева (например, клен или береза) хорошо смотрятся на светло-зеленом, голубом или серовато-розовом фоне. Слишком светлые стены образуют неудовлетворительные, лишенные контраста комбинации. На фоне слишком темных стен светлая мебель выглядит плоской и непрофилированной.

Ореховое дерево само по себе темное, лучше всего выявляется на светлых стенах теплых тонов. Оно хорошо сочетается с цветом слоновой кости, желтовато-серым или серовато-розовым цветом. Насыщенных цветов, прежде всего желтого и оранжевого, следует избегать, так как в противном случае тон орехового дерева убивается цветом стены (цветной рис. 75).

6.2. Потолки, стены, полы

Потолки. Потолок, окрашенный в светлый цвет, кажется выше и легче, потолок, окрашенный в темный цвет, — ниже и тяжелее (рис. 80). При этом красноватые тона воспринимаются более тяжелыми, чем синеватые той же яркости. Взгляд, как правило, не падает на поверхность потолка вертикально, он скользит по ней. Поэтому при соответствующей высоте потолка возможно применение более насыщенных оттенков этих цветов. Связанное с этим затемнение помещения, которого обычно опасаются, весьма незначительно. Это объясняется тем, что основная масса света отражается от стен. Поэтому комна-

та с зеленой стеной и белым потолком всегда кажется темнее, чем комната с белыми стенами и зеленым потолком.

Белый потолок имеет тот недостаток, что он не может создать с остальными цветами интерьера цветового равновесия. Он всегда принимает цвет дополнительный к цвету стен. Это приводит на граничащих поверхностях к раздражающей игре цвета.

Большие потолки разбиваются выступающими балками на отдельные поля и кажутся более устойчивыми. Нижняя плоскость балки может быть окрашена в более теплый тон, чем плоскость потолка.

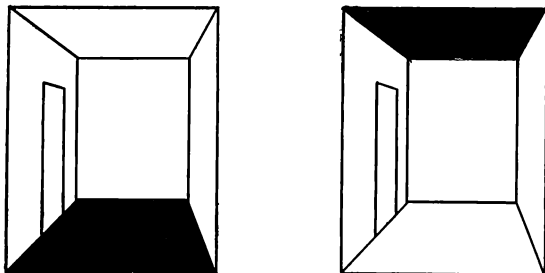


Рис. 80. Светлые потолки визуально увеличивают, а темные уменьшают высоту помещения

Все чаще встречаются помещения, в которых потолок украшается лепниной. С этим приходится считаться. Если ее просто закрасить, то она будет казаться излишней и более того — мешающей. При продуманном решении лепнина может украсить интерьер; так как она рельефна, пластична; ее целесообразно обрабатывать более светлым цветом, чем окружающие поверхности.

Узкие лепные тяги могут быть лишь в исключительных случаях темнее окружающей поверхности. Темные полосы и линии производят впечатление разделительных швов. Светлые линии и пояса, напротив, кажутся связующими.

Стены. Часто в интерьере особое место отводится одной из стен или углу комнаты. Они образуют обрамление или фон для наиболее ответственных предметов мебели или других деталей обстановки и объединяют их в одно функциональное целое. Цвет стены может быть сдержанным, чтобы акцентировать предметы обстановки, либо дополнительным к цвету мебели, чтобы лучше выявить ее (цветной рис. 75). В качестве фона стены выполняют две функции: либо усиливают действие цвета предметов обстановки (например, мебели, декоративных тканей, картин), либо украшают интерьер.

Следует помнить, что если взгляд на потолке не задерживается, то на стенах он останавливается. Поэтому даже мало насыщенные цвета на стене воспринимаются активно. Различные цвета отдельных стен уместны только там, где выбором цвета хотят подчеркнуть функциональное назначение стены или части помещения. Чистая нерасчлененная мебелью стена может быть решена в насыщенном тоне или тем или иным образом декорирована. Если комната одновременно служит

спальной и рабочей комнатой, стены ее могут быть окрашены по-разному, однако выбранные цвета должны сочетаться друг с другом. Решение, при котором каждая стена произвольно и необоснованно окрашивается в свой цвет, разрушает единый характер интерьера.

Стена с оконными проемами часто доставляет много хлопот: она расчленена, контрасты света и тени создают беспокойную поверхность. Эта стена должна быть самой светлой в комнате. При северной ориентации или в помещениях, которые из-за узкой улицы получают мало света, необходимо окрашивать оконные откосы в светлые, теплые тона.

Для оптического изменения габаритов помещения цветом применимо следующее общее правило: светлые и содержащие синий цвет тона расширяют, темные и содержащие красный цвет тона уменьшают помещение. Красная торцовая стена, например, оптически сокращает длинный коридор, синяя торцовая стена, напротив, делает его длиннее. Чистый белый цвет лишает стену материальности, а фактура, полученная, например, путем пластической обработки поверхности, может придать ей материальный характер.

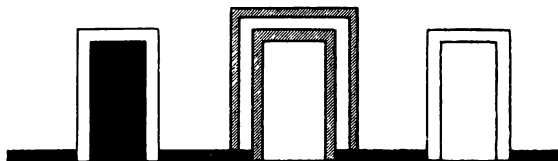


Рис. 81. Излишнее подчеркивание дверей наличниками и цветом производит беспокойное впечатление

Воздействие цвета стены. Общим правилом можно считать следующее положение: чем насыщенней цвет, тем больше его воздействие на психику человека. Помещение, окрашенное в желтый цвет, воспринимается светлым, теплым, приветливым, уютным, однако в небольших комнатах этот цвет может при большой насыщенности оказаться невыносимо раздражающим. Красный цвет возбуждает, согревает; на близко расположенной стене он сильно утомляет. Зеленый цвет успокаивает, создает впечатление ограниченности пространства.

Отправным пунктом для определения отражательной способности окраски или облицовки стен могут служить следующие показатели (в %):

Белый	80	Медь	70
Слоновая кость	75	Черная бумага	5
Желтый	60	Черная ткань	1
Розовый	40	Черный бархат	0,4
Красный	30	Известковая штукатурка	70
Зеленый	25	Сосна	60
Синий	15	Бетон	45
Кармин	10	Красный кирпич	30

Членение и выявление стены цветом. Окраска отдельных поверхностей должна быть увязана с архитектурным членением интерьера.

Бессмысленной разбивки стены цветом следует избегать. Так, бытующее все еще в нашей практике устройство цветных филенок или бордюра под потолок большей частью функционально не оправдано. Диагональные полосы разрушают единство объема, точно так же, как разрушает поверхность стены бесполезное членение на светлые и темные зоны. Членение поверхности различной окраской целесообразно только в вытянутых в длину помещениях, но даже и тогда, по возможности, должны использоваться естественные ограничивающие элементы — пилястры, выступы, ниши и т. д. Для таких помещений рекомендуются вертикальные членения. По возможности следует избегать также членения стены по высоте на верхнюю часть и панель.

Колонны, пилястры и балки не следует окрашивать одним цветом с окружающей стеной. Они воспринимаются тогда как нежелательные архитектурно-строительные детали. Их несущий характер должен быть подчеркнут цветом. Кроме того, именно эти детали дают возможность непринужденно ввести тот или иной цветовой контраст в интерьер. В принципе они должны быть несколько темнее и теплее окружающего фона.

Лестничные ограждения и перила могут быть окрашены в интенсивный цвет. Следует иметь в виду, что цвет должен подчеркивать прочность и конструктивность этих строительных элементов. К тщательной обработке поверхности поручня предъявляются особые требования — она должна быть хорошо отполирована и покрыта лаком.

Полы. В соответствии с функциональным назначением пол должен казаться прочным и удобным для передвижения. Пол традиционного коричневого цвета оптически тяжел и прочен. Красный цвет на полу рекомендуется в виде небольших декоративных пятен (например, ковер или рисунок пластиковых покрытий). Желтовато-коричневый цвет кажется легким и как бы придает непринужденность движениям; он хорош, например, для танцплощадок. Чем больше коричневый цвет пола приближается к серому, тем менее он выразителен.

Для пола гимнастического зала оправдал себя зеленый цвет.

6.3. Цветовое решение интерьера жилого помещения

Предлагаемые здесь решения носят лишь общий характер, и их не следует понимать как предписание или рецепт. Эти предложения резюмируют то, что было изложено в предыдущих главах, т. е. основные закономерности использования цвета. Художественное чутье архитектора или художника проявляется в том, что они выбирают оптимальный вариант цветового решения, исключающего шаблонное использование цвета.

6.3.1. Входы, передние, коридоры

Передняя — это преддверие квартиры. Она должна быть привлекательной, уютной, тщательно прибранной (первое впечатление о квартире!), создавать определенное настроение. Было бы неправильным считать ее несущественным вспомогательным помещением, так как здесь приходится задерживаться только несколько минут. Небольшие плоскости передней могут быть окрашены в яркие цвета.

Передние редко освещаются естественным светом, поэтому в качестве основного цвета рекомендуется желтый и желтовато-красный. Одноцветная, без рисунка стена в этом небольшом помещении, куда, как правило, выходит, к тому же, еще и целый ряд дверей, хорошо смотрится. Для окраски стен очень небольших тесных передних рекомендуются малонасыщенные тона. Потолок может быть окрашен в интенсивный цвет. Рекомендуются следующие цветовые сочетания:

желтый (охра) — зеленовато-синий;
желтый — синевато-зеленый — коричневый;
желтый — красновато-коричневый — серый;
оранжевый — синевато-зеленый — коричневый;
цвет слоновой кости — серовато-розовый — зеленый.

6.3.2. Общая комната

Общая комната должна быть уютной. Как при дневном, так и при искусственном свете она должна производить почти одинаковое впечатление.

Комбинация желтых и красных цветов создает одновременно уютную и теплую атмосферу. Зелень декоративных растений хороша тем, что образует цветовой контраст в помещении. При южной ориентации можно применить в качестве основного цвета и желтовато-зеленый. В той части комнаты, в которой сконцентрирована обстановка, стена должна быть одноцветной, с мелким рисунком или совсем без рисунка.

В общих комнатах целесообразно предусматривать разнообразное освещение. Рассеянный свет, отраженный потолком, умеренно освещает всю комнату и не бывает ярким (общее освещение). Жилая зона становится уютнее при использовании точечного источника света (торшер, настольная лампа). Освещение должно быть теплого цвета (в основном используются лампы накаливания).

Рекомендуются такие цветовые сочетания:

слоновая кость — красно-коричневый — серовато-зеленый;
слоновая кость — желтовато-зеленый — коричневый;
серый — красный — зеленый;
слоновая кость — оранжевый — зеленовато-синий.

6.3.3. Рабочая комната

В рабочей комнате преобладает деловая атмосфера. Цветовое решение должно быть ясным и определенным. Ярких цветов следует избегать. Если декоративные растения не мешают работе, то они будут наиболее удачным цветовым акцентом в рабочей комнате.

Рекомендуются такие цветовые сочетания:

охра (светлая) — серовато-синий — коричневый;
светло-серый — красновато-коричневый — зеленый;
желтовато-зеленый (светлый) — зеленовато-синий — желтовато-коричневый.

6.3.4. Кухня

В кухне цвет должен создавать атмосферу чистоты и опрятности. Желтый и голубой цвета подчеркивают деловитость, функциональность. Кухня как рабочее помещение должна быть светлой, чему способствует высокая отражательная способность стен. Голубой и белый или зеленый и белый цвета олицетворяют чистоту. Зеленый и желтый придают помещению свежесть. В качестве основного принимается цвет слоновой кости, светло-желтый и светлый желтовато-зеленый. Синий или зеленый средней насыщенности играют роль дополнительных цветов. Небольшие теплые цветовые пятна красного или оранжевого цвета (цветная ткань, осветительная арматура, детали мебели, цветные пластики) способны смягчить и оживить общее впечатление. Контраст между матовой стеной и блестящими лакированными поверхностями усиливает впечатление чистоты и опрятности.

Деление стены на верхнюю и нижнюю части рекомендуется только тогда, когда это функционально оправдано. Но при этом верхняя граница панели должна определяться существующими горизонтальными членениями, например высотой облицовки глазурованными плитками или высотой подоконника.

Рекомендуемые цветовые сочетания:

слоновая кость — голубой — красновато-коричневый;
слоновая кость — зеленый — желтовато-коричневый;
желтовато-зеленый — красновато-серый — красновато-коричневый.

6.3.5. Спальня

Сочетание цветов спальни должно быть спокойным и свежим. Поэтому в качестве основного цвета рекомендуется светло-зеленый. Его можно дополнить зеленовато-желтым, желтым или желтовато-оранжевым цветом. Какую тональность и насыщенность

получит потолок, зависит от назначения, которое выполняет цвет потолка. Для разных людей этот вопрос может решаться по-разному. Желтые тона подбадривают при пробуждении; голубовато-зеленые действуют успокаивающе. Здесь также не может быть никаких универсальных рецептов; выбор цвета определяется в известных границах характером помещения и вкусами жильцов.

Особенно следует учитывать влияние, оказываемое на выбор цвета, породы и фактуры древесины, из которой сделана мебель.

Рекомендуемые цветовые сочетания:

зеленый — оранжевый — коричневый;
голубовато-зеленый — желтый — желтовато-коричневый;
голубой — слоновая кость — красновато-коричневый.

6.3.6. Детская комната

В светлой, жизнерадостной детской комнате должно быть больше контрастов по цвету, чем в жилых и спальнях взрослых. Для этого подходят светлые цвета средней насыщенности. Шкала предпочтительных цветов зависит от возраста детей. Детям до девятилетнего возраста больше нравятся красный, оранжевый и пурпурный цвета. С 12 лет они предпочитают желтые и желто-зеленые тона с их дополнителями синими и фиолетовыми. После этого возраста при выборе цвета большую роль играет пол подростка. Мальчики любят цвета холодной тональности. Девочки-подростки, наоборот, предпочитают теплые и пастельные тона¹. Светло-зеленые или розовые цвета делают комнату свежей. Небольшого цветового акцента вполне достаточно, чтобы интерьер стал гармоничным, но не казался пестрым.

6.3.7. Ванная комната

Цвет в ванной комнате должен создавать впечатление чистоты и свежести, но не холодности. Для стен и потолка подходит слегка тонированный белый цвет. Для этого можно использовать желтовато-зеленые, желтые и желтовато-оранжевые тона. Следует избегать подцветки белого цвета красным; это угнетает и раздражает. Насыщенный синий цвет производит слишком холодное впечатление. Небольшие синие или синевато-зеленые поверхности очень хорошо контрастируют со светло-желтыми.

Большое значение в ванной комнате и на кухне имеет качество ок-

¹ Данные о цветовом предпочтении и детей, и взрослых в зависимости от возраста и пола, полученные анкетированием, весьма противоречивы и не могут служить основанием для практических рекомендаций, подобных тем, которые предлагает здесь автор. (*Прим. ред.*).

рашиваемых поверхностей. Они должны быть ровными и гладкими. Только тогда они создают впечатление чистоты.

Рекомендуемые цветовые сочетания:

слоновая кость — синий — красновато-коричневый;
желтовато-зеленый — белый — желтовато-коричневый.

6.3.8. Лестничные клетки

Поскольку лестничные клетки являются проходным помещением, внимание проходящего долго не задерживается на одной поверхности. Изменение цвета воспринимается постепенно. Если здесь хотят придать цвету особую функциональную значимость, по мере нарастания этажей он должен облегчаться.

Цвет может снижать утомление поднимающегося по лестнице человека. Это достигается постепенным переходом от зеленого к желтому или от красного к желтому.¹

В зависимости от расположения лестничной клетки и ее освещения могут быть рекомендованы светлые и средние по светлоте цвета окраски. Поглощающие свет окраски увеличивают опасность несчастного случая. Двери в квартиры и торцовые стены лестничных площадок могут быть на разных этажах различными по цвету, причем они могут отличаться как по цветовому тону, так и по насыщенности.

Для лестницы рекомендуются те цвета, которые подчеркивают ступени — желтые и красные (желтовато-коричневые и красновато-коричневые). Ступени, окрашенные в зеленый и синий цвет, менее заметны, и на них легко оступиться. Светлые подступенки и нижние поверхности ступеней следует предпочитать темным. Они кажутся более легкими и отражают свет на ступени. В отдельных случаях можно делать подступенок светлым, а проступь темной.

Цвет должен подчеркивать конструктивность перил и их прочность. Поручень должен быть удобным, теплым на ощупь и прочным. Чем более гладкой будет его поверхность, тем лучше он выполнит свое назначение.

¹ Наука о цвете не располагает данными, позволяющими считать эту рекомендацию обоснованной. (*Прим. ред.*)

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА В УЧЕБНЫХ ЗДАНИЯХ, УЧРЕЖДЕНИЯХ КУЛЬТУРНО-БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, БОЛЬНИЦАХ И В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ

7.1. Детские сады и школы

При выборе цветового решения детских садов и школ учитываются следующие факторы: возраст детей, целевое назначение помещения и его ориентация. Зачастую удается получить лишь компромиссное, а не оптимальное решение, так как перечисленные факторы порой требуют противоположных решений.

Ни в одном помещении стена, например, не должна расчленяться. Более темная, чем остальная часть стены панель, на которой, якобы, менее заметна грязь, отвергается из эстетических и воспитательных соображений. В старых зданиях не всегда легко устранить такую панель; здесь следует приблизить ее по тону к цвету стены, не пытаясь, однако, совершенно замаскировать ее.

При северной ориентации оконные откосы целесообразно окрасить в светло-желтый цвет; в этом случае падающий в комнату свет кажется более теплым и солнечным.

Детские сады. В детском саду стены рекомендуется окрашивать в теплый зеленый цвет. Он служит приятным фоном для обычно пестрой одежды детей, игрушек и инструментов. Свои любимые цвета дети найдут в виде небольших пятен, например на гардинах, на предметах обстановки. Светло-желтый потолок образует удачное верхнее завершение комнаты. Для пола целесообразен коричневый цвет.

Школы. Для классных помещений нельзя предложить определенного цвета. В младших классах надо стремиться к созданию теплой жизнерадостной, а в старших классах деловой атмосферы, способствующей сосредоточенности учащихся. Как правило, предпочитают гамму цветов от желтовато-зеленого через желтый и до оранжевого. Однако синий и зеленый цвета также подходят для школьных помещений при южной ориентации.

Более важным, чем выбор цвета для классного помещения, является гармония доминирующего цвета с цветом предметов оборудования. Цвет классной доски не должен слишком сильно контрастировать с цветом остальной стены по яркости. Когда на светлой стене расположена темная доска, ученик вынужден непрерывной адаптацией выравнивать

столь резкий контраст. Это очень утомительно, поэтому целесообразно окрашивать торцовую стену, т. е. поверхность, окружающую доску, не в очень светлые цвета. Наиболее целесообразным здесь будет зеленый цвет, приближающийся к оливково-зеленому (цветной рис. 82). Синевато-серые или серовато-зеленые покрытия столов из пластика и теплый, светло-коричневый цвет дерева представляют благоприятное распределение цвета в поле зрения учащихся.

Цветовое решение пола может облегчить ориентацию в больших учебных комплексах: цветные прямоугольники на полу позволяют определить, в каком корпусе находится данное помещение. Цвета прямоугольников в разных частях школы различны, и это помогает ориентироваться в здании, особенно новичкам.

Для освещения наиболее целесообразен рассеянный белый свет.

7.2. Учреждения культуры

В качестве доминирующего цвета можно рекомендовать светлую гамму желтых цветов — желтовато-зеленый — желтый — желтовато-оранжевый. В комбинации с синим цветом (особенно декоративных тканей) эти цвета производят приятное впечатление. В то время как большие желтые поверхности оказывают оживляющее, активизирующее воздействие и создают радостно-праздничное настроение, синий цвет призывает к сдержанности (цветной рис. 81). Если желтый цвет сопровождается красным, то помещение производит праздничное и очень привлекательное впечатление.

Сочетания желтого цвета с красным и красного с синим наиболее активизирующие. Но эти сочетания цветов становятся тем менее действенными, чем меньше степень их насыщенности и чем больше они приближаются к серому цвету.

Для освещения целесообразно применять рассеянный свет теплого тона.

7.3. Торговые помещения

В цветовой отделке продовольственных магазинов возможны лишь немногие варианты. Цвета, применяемые для отделки, должны прежде всего обеспечивать и подчеркивать чистоту. Для этой цели пригодны группы цветов: синий — белый и зеленый — белый. Чисто белый цвет может быть заменен слегка подцвеченным белым.

Порой в самих продуктах (например, булочных и кондитерских изделиях) представлена вся шкала теплых цветов. Это многообразие выявляется лишь на простом и сдержанном фоне. Удачными сочетаниями цветов для булочных и кондитерских будут:

цвет слоновой кости — синий — серый; белый — серебристо-серый — синий; светло-синий — белый — красно-коричневый.

Продукты (например, мясо, овощи) должны выглядеть на прилавках свежими. В красном или красновато-коричневом окружении они будут казаться серыми и неаппетитными. Зеленый фон подчеркивает сочность мяса или яблок и придает им свежий вид (цветной рис. 83). Но зеленый цвет должен быть только лишь фоном и сопровождающим цветом, он не должен соприкасаться с продуктом.

Для магазина по продаже мяса рекомендуются такие цвета:

цвет слоновой кости — зеленовато-синий — серый; белый — светло-зеленый — оливковый.

Поверхности предпочтительнее делать блестящими.

Рыбный магазин должен казаться прохладным, даже холодным и влажным. Сочетание светлого синевато-зеленого цвета с белым и блестящие поверхности придают помещению опрятный вид и создают в нем необходимую атмосферу.

Кафетерий украшают теплые цвета: желтый, желтовато-коричневый, красновато-коричневый, черно-коричневый. В качестве сопутствующего достаточно немного оливкового цвета. Более эффектна живая естественная зелень какого-либо декоративного растения. Контраст матовых окрашенных поверхностей и блестящих металлических деталей весьма эффектен.

Как и все торговые предприятия, продовольственные магазины должны быть ярко освещены; следует стремиться к рассеянному свету, так как при нем обеспечивается равномерность освещения.

Свет должен иметь теплый тон. При свете холодного тона товары утрачивают свою привлекательность.

Магазины текстильных изделий следует оформлять сдержанно и лаконично.

Лишь нейтральный фон поможет составить правильное мнение о разноцветных тканях. При красочном оформлении товары меняют свой цвет из-за контрастов и возможных цветных рефлексов от стен или потолка.

Чтобы избежать искажений цвета тканей, для освещения рекомендуется также использовать нейтральный по цвету свет. Наиболее предпочтителен белый свет.

При оформлении парфюмерных магазинов предпочтение отдается необычной цветовой гамме. Воздушному характеру товаров, которые в большинстве случаев содержат эфирные масла, отвечают самые нежные тона розового и фиолетового цветов. Их воздействие может подчеркиваться использованием желтовато-зеленого и серого цветов. Матовые поверхности повышают эстетические качества такого решения. Рекомендуются такие сочетания цветов: белый — розовый — серый; желтовато-зеленый — цвет слоновой кости — фиолетовый.

7.4. Использование цвета в интерьере больницы

Цвет помогает лечить. Это часто употребляемое выражение содержит большую долю истины. В больницах цвет призван выполнять гораздо больше различных функций, чем в других помещениях.

Оптически цвет оказывает влияние на восприятие пространства и способствует его организации. Психологически и физиологически он воздействует на пациентов и на персонал. Гигиенически и эстетически он определяет общее впечатление от помещения.

При решении интерьера больницы следует особо учитывать то же психологическое воздействие цвета, что и при решении любого другого интерьера. В первую очередь цвет действует на психику. Эмоциональное воздействие цвета на больного может ускорить процесс лечения и выздоровления.

Теплые, активные цвета оказывают стимулирующее воздействие. Определенные сочетания цветов радуют и поддерживают у пациентов бодрость духа. Холодные, пассивные цвета успокаивают. Прямое воздействие цвета на организм, например облучение красным или синим светом, доказано лишь в немногих случаях. Однако известно, что при воздействии на человека пурпурного, красного, оранжевого и желтого цвета дыхание и пульс учащаются и становятся более интенсивными, при зеленом же, голубом и фиолетовом наблюдается их замедление. Кроме того, установлено, что при кратковременной работе производительность труда при красном свете повышается, а при синем уменьшается. Психологами доказано, что под влиянием красного света, определенный промежуток времени кажется продолжительнее вследствие того, что все воспринимается происходящим в более быстром темпе, при зеленом цвете наблюдается обратное явление.

Большое значение имеет физиологическое влияние цвета на врача. Оно вызывается слишком большими контрастами яркости в операционных залах и перевязочных. Врачи утверждают, что глаз в операционных устаёт не от света, а от цвета. Этот недостаток можно устранить правильным выбором цвета. Далее мы подробно останавливаемся на этом вопросе.

Значение цвета как фактора, оптически изменяющего пространство, широко известно. В больницах он выполняет те же функции, что и в жилых комнатах. Однако здесь больше, чем где-либо следует учитывать гигиено-эстетическое воздействие цвета. Гладкие, матовые поверхности без рисунка делают интерьер опрятным.

Вестибюли, лестницы, коридоры. Эти доступные для всех помещения должны быть светлыми, чистыми и жизнерадостными. Для них можно использовать все цвета, кроме возбуждающего красного.

Коридоры на разных этажах рекомендуется окрашивать в различные цвета. Различная окраска стен поможет сориентироваться в здании. При выборе цвета учитывают изменение освещенности на разных этажах. Кроме того, необходимо иметь в виду, какого рода больные будут пользоваться соответствующим коридором.

При многообразии факторов, которые учитываются при выборе цвета, для интерьеров лечебного учреждения в каждом отдельном случае следует выделять решающий. По этой причине приводимые ниже соображения не следует рассматривать как готовые рецепты, а лишь как предложения по цветовому решению. Они должны привлечь внимание читателя, с одной стороны, на настоятельно необходимые и рекомендуемые цвета, а с другой стороны, предостеречь от использования некоторых цветов.

Приемный покой, комната отдыха. Выбор цветового решения интерьера приемного покоя и комнаты отдыха в первую очередь зависит от состояния больного. Для больных апатичных, с пониженным кровяным давлением или нарушениями кровообращения в качестве доминирующего цвета рекомендуется красный. Он возбуждает и ускоряет кровообращение. Для легко возбудимых больных, для пациентов с повышенным давлением или кожными болезнями и воспалительными процессами рекомендуется в качестве ведущего цвета светло-синий. Синий цвет успокаивает. Врачи настоятельно подчеркивают, что выбор этого цвета имеет большое значение при лечении нервных больных. Например, Вольфганг Вольф свидетельствует, что больных с расстройшенной нервной системой помещали в комнаты, окрашенные в зеленые цвета. В качестве других цветов выбирали темно-синий, голубой, а также различные красно-оранжевые оттенки. Комната, окрашенная в желто-оранжевый цвет, производила на больных неприятное, возбуждающее действие.

На основании такого рода наблюдений в виде опыта были по-разному окрашены различные помещения, причем в отделении снотерапии очень удачным оказалось теплое, успокаивающее, сдерживающее действие зеленого цвета и холодное, утомляющее — синего.

Палаты. Для палат ведущими цветами могут быть желто-зеленый, желтый или оранжевый. Используемый в терапевтических целях красный, а также синий цвета для этих помещений не рекомендуются. Однако больничная палата не должна производить впечатления скучной по цвету. При помощи контрастирующих цветов, в том числе красного и синего, используемых на небольших поверхностях, ей может быть сообщена определенная красочность.

Для выздоравливающих пациентов можно рекомендовать более насыщенный зеленый цвет — лучше всего в виде живой зелени. На ночь цветы и растения из палат выносятся.

Комнаты для переодевания. Учитывая характер воздействия теплых и холодных цветов, стены в комнатах для переодевания больных

следует отделять в теплые тона. Необходимо иметь в виду также, что при насыщенных зеленых или синих стенах больной будет выглядеть очень бледным. Удачным цветом для такого рода помещений будет светлый желто-зеленый цвет.

Потолки рекомендуются светлые.

В кабинете врача и в рентгеновском кабинете следует исходить из тех же принципов. Холодные цвета оборудования должны компенсироваться теплыми цветами стен и пола.

Операционные. При выборе окраски операционных не столько следует учитывать воздействие цвета на оперируемого, сколько его воздействие на зрение врача. В прошлом, когда искусственное освещение операционного стола еще не достигало того совершенства, которое в настоящее время для нас кажется само собой разумеющимся, необходимо было использовать любую возможность, чтобы сделать помещение более светлым. Поэтому белый цвет был предпочтительным цветом для всех поверхностей помещения. Кроме того, белый цвет подчеркивал гигиеничность этих поверхностей.

Однако практика показала, что такое белое операционное помещение весьма отрицательно сказывается на зрении врача. В поле зрения врача контраст между операционным полем и всем окружением был слишком велик. Поэтому врачи потребовали, чтобы все светлые поверхности, находящиеся в поле зрения врача и требующие адаптации глаза, приравнивались по способности отражения к операционному полю. Это относится как к операционному белью и одежде, так и к окраске стен, поскольку они находятся в поле зрения оперирующего врача. Важно далее, чтобы окрашенные поверхности не блестели и не излучали отраженного света.

Наиболее благоприятной по тону оказалась область цветов, дополнительных к цвету операционного поля. Для каждого отдельного случая можно решить, насколько выбранный тон должен приближаться к синему или зеленому. Насыщенность цвета может быть незначительной, но она должна быть настолько велика, чтобы стена не казалась серой (цветной рис. 85).

Способность окрашенных поверхностей отражать свет должна на уровне глаз составлять, по расчетным данным, 30%. Это несколько больше, чем отражательная способность раны. Но если учесть, что поверхности стен освещены слабее, чем операционный стол, степень отражения может достигать и 40%.

Тонированный белый цвет оборудования должен способствовать мягкому переходу к цвету стен. Пол, окрашенный в теплый коричневый цвет, может объединить в одно целое все элементы интерьера.

7.5. Цвет в производственных помещениях

В состав проекта промышленных зданий входит решение интерьеров производственных помещений, цехов или связанных с ними административных и бытовых помещений и складов.

Цветовое решение включает: окраску машин, приборов, инструментов, трубопроводов, указатели проходов и лестниц, надписи в целях предупреждения несчастных случаев, окраску противопожарного оборудования. Цветовое решение распространяется также на сигналы, указания и инструкции по эксплуатации внутризаводского транспорта. Окраска в производственных помещениях до последнего времени рассматривалась как желательная (особенно для обеспечения лучшей сохранности оборудования), но в то же время второстепенная мера. Теперь цветовое решение промышленного интерьера рассматривается как составная часть общего архитектурного решения.

При выборе цветового решения необходимо опираться на научные данные, производственный опыт и учитывать непосредственное влияние цвета на процесс производства.

Цвет служит производству благодаря своему психофизиологическому воздействию на человека. Правильная окраска повышает жизненный тонус рабочего и тем самым производительность его труда. Общеизвестно, что значительная часть брака на производстве вызвана неудовлетворительными условиями видимости, обусловленными в свою очередь неудачной окраской.

Помещения с грязными окнами, закопченными стенами и потолками, с недостаточным освещением отрицательно сказываются на работоспособности. В светлых же, чистых, продуманно окрашенных помещениях улучшаются условия труда, повышается производительность.

Стремление к хорошему, целесообразно решенному в цвете интерьеру производственного помещения так же закономерно, как и требование обеспечения мероприятий в области гигиены и охраны труда.

Административные помещения. Основные требования, предъявляемые к цветовому решению административных помещений, состоят в следующем: цвет должен подчеркивать деловую обстановку и создавать хорошие условия видимости. Большие, спокойные, лишённые какого-либо узора плоскости способствуют концентрации внимания. Ярко окрашенные двери могут создавать цветовые акценты.

Ориентация помещений учитывается различным соотношением желтого и синего цветов в окраске стен.

В помещениях нормальной высоты потолок работающими сидя людьми воспринимается несколько более высоким, чем обычно. Поэтому его можно окрашивать в более насыщенный тон, чем цвет стен. Кроме того, он может быть более теплых тонов, чем цвет стен. Небольшие по-

верхности — гардины, крышки письменных столов — рекомендуется окрашивать в дополнительные к цвету стен тона.

Если в комнате мало мебели или если на мебели не видна фактура дерева (из-за цветных поверхностей столов), рекомендуется коричневый пол, чтобы создать в помещении необходимую атмосферу теплоты, которая обычно исходит от дерева.

В небольших конторских помещениях потолки и стены следует окрашивать в светло-голубой цвет (если позволяет ориентация помещения) и только торцовая стена может быть светло-желтой. Высокие панели в помещениях производят неприятное впечатление.

Освещение должно быть равномерным.

Для административных помещений рекомендуются такие цвета: желтовато-оранжевый — светло-желтый — серовато-голубой; желтовато-оранжевый — светлый желтовато-зеленый — коричневый — цвет слоновой кости;

желтый — цвет слоновой кости — красновато-коричневый — серовато-синий;

лимонно-желтый — красновато-коричневый — серовато-зеленый.

Вестибюли

При цветовом решении вестибюлей в первую очередь следует учитывать использованные в них материалы. Обычно полы выполняются из естественного или искусственного камня, колонны облицовываются плиткой или деревом, дверные приборы, украшения и лестничные перила — металлические.

Цвет дверей следует выбирать так, чтобы способствовать ориентировке в помещении. Для дверей, ведущих в конторские помещения и в помещения, предназначенные для широкой публики, предлагается шкала цветов от светло-оранжевого до желтовато-зеленого. Для дверей, ведущих в производственные цехи или в помещения, не предназначенные для посторонних, подходят красноватые цвета. Рекомендуются следующие сочетания цветов:

желтый — теплый серый — зеленый — серовато-розовый;

желтовато-оранжевый — цвет слоновой кости — серый — желтовато-зеленый — красновато-коричневый.

Гардеробные и душевые

В гардеробных и душевых рабочие задерживаются лишь на короткое время. У входящих в эти помещения должно создаваться впечатление чистоты, которое достигается в первую очередь тщательной подготовкой поверхностей под окраску или применением соответствующих отделочных материалов (керамическая плитка, обли-

цовочные пластики). Поскольку эти помещения по сравнению со всем предприятием относительно невелики по своим размерам, не следует останавливаться перед дополнительными затратами средств и труда на тщательность отделки.

Цвет играет в этих помещениях второстепенную роль, но он, как уже сказано, создает в основном впечатление чистоты. Сочетания цветов могут быть разнообразными и очень красочными, и поэтому отпадает необходимость в каких-либо особых рекомендациях по выбору цвета.

Столовые

Эти помещения должны восприниматься как светлые, прохладные и одновременно располагающие к отдыху. В деталях более сдержанному цветовому решению следует предпочитать живое, красочное, поскольку рабочие задерживаются здесь только на короткое время, а перемена обстановки и иное по сравнению с производственными цехами цветовое решение оказывает на них благоприятное воздействие. Следует избегать применения фиолетового, темного серовато-зеленого, серого и розового цветов.

Рекомендуются такие сочетания цветов: светлый зеленовато-желтый — светло-зеленый — серовато-розовый, серовато-голубой; голубой — синевато-серый — желтый.

Производственные помещения

Проект цветового решения должен отвечать условиям максимального влияния цвета на повышение производительности труда (см. раздел «Проект цветового решения»). Необходимо еще раз подчеркнуть, что универсального решения, в равной мере удовлетворяющего всем требованиям, не существует. Разработка такого проекта всегда творческий процесс.

При разработке проекта цветового решения производственного интерьера следует учитывать: размеры помещения, преобладающий род деятельности, микроклимат, запахи и шумы, эмоциональное состояние и нагрузку человека, освещение рабочего места, цвет на рабочем месте, наличие опасных зон.

Размеры помещения. В зависимости от размеров помещения может возникнуть необходимость расчленения его цветом. Благодаря этому в вытянутых в длину помещениях удается избежать впечатления бесконечности. Торцовая стена, окрашенная в красноватый цвет, может оптически сократить длинные коридоры или цехи. При большом количестве дверей некоторые из них можно выделить цветом, создав определенный ритм. Это облегчит ориентировку в протяженном коридоре. Цент-

ры ориентации и ритмичное членение можно создать также направляющей полосой на полу (см. цветной рис. 88).

Те или иные членения могут быть вызваны производственно-техническими соображениями. Чередование различных цветов в отдельных зонах оправдано тогда, когда это вызвано внешним видом детали или упаковочного материала. При этом зачастую бывает достаточно изменить цвет рабочего стола.

При любом чередовании цветов необходимо увязывать расположенные по соседству цвета по светлоте и интенсивности: на малых и отдаленных поверхностях можно использовать более интенсивные цвета, чем на больших и близко расположенных.

Преобладающий род деятельности. Если работа вызывает умственное утомление, помещения должны быть окрашены в стимулирующие цвета, например желтый или желтовато-зеленый с оранжевым. Необходимая степень насыщенности цвета зависит от размеров поверхности и расстояния, на котором воспринимается эта поверхность. Работа, вызывающая физическое утомление, требует активизирующих цветовых сочетаний, например красного с зеленым.

При работе над мелко расчлененными деталями необходимы по возможности незначительные светлотные контрасты в поле зрения, чтобы избавить глаза от ненужной и утомительной адаптации. Светлотные контрасты заменяются хроматическими контрастами (см. раздел «Цвет на рабочем месте»).

При меняющейся, беспокойной, а также при очень интенсивной работе лучше применять пассивные цвета — синий и зеленый.

Микроклимат и шумы. В помещениях с высокой температурой а также в пыльных и очень сухих следует рекомендовать цвета холодной шкалы — зеленый и синий. Для сырых и прохладных помещений рационально использовать в качестве компенсирующих охристые цвета.

Цвет, конечно, не способен поглотить шум. Но воздействие шумов на организм человека может быть ослаблено соответствующим выбором цвета. Зеленый цвет, так же как и синий, оправдал себя на практике как цвет, компенсирующий шумы. Оба цвета снижают восприимчивость нервной системы к возбуждению шумами.

Эмоциональное состояние рабочего и характер труда. При цветовом решении производственного интерьера необходимо учитывать и то обстоятельство, для кого это помещение предназначается — для молодежи или взрослых рабочих, для мужчин или женщин или же для рабочих всех возрастов обоего пола.

При выборе цвета учитывается также настроение или эмоциональное состояние рабочих. Это состояние может быть вызвано самим процессом производства, который иногда служит причиной нервозности и беспокойства. Нагрузка на рабочего через известные интервалы может достигать большой интенсивности. Но бывает и так, что процесс труда

отличается известной монотонностью, и в этом случае смена впечатлений, вызванная соответствующей цветоподачей, будет весьма желательной.

Следует учитывать, что женщины, как правило, предпочитают более красочные цвета, чем мужчины. Дать здесь какую-либо четкую рекомендацию не представляется возможным. То, что одному художнику удастся достичь цветом, другой этого добивается тщательной обработкой поверхности. То, к чему в одном помещении стремятся, используя активные цвета, в другой производственной сфере удастся достичь применением пассивных цветов.

Проект цветового решения должен учитывать все проблемы, которые были изложены в предшествующих разделах. Без тщательно продуманного учета всех этих соображений в практической работе архитектора и художника невозможно разработать сколько-нибудь удовлетворительного проекта цветового решения производственного интерьера.

Освещение рабочего места. Вопросы освещения рабочего места непосредственно связаны с психическим состоянием рабочего. Хорошее цветовое решение, например, стен будет полезным, если оно не будет выявлено соответствующим освещением.

Как правило, должно обеспечиваться естественное освещение производственного помещения. Благодаря этому увеличивается общая освещенность всего помещения и возрастает способность различать мельчайшие детали. Это благоприятно сказывается также и на распределении светотени (см. цветной рис. 90).

Дневной свет всегда направленный; он обеспечивает необходимую пластичность и образование теней на предметах и тем самым — лучшую видимость. Матовому стеклу следует предпочитать прозрачное оконное стекло, поскольку оно обеспечивает контакт с окружающим миром. Это оказывает положительное действие на психику. При северной ориентации и малых размерах окон рекомендуются светло-желтые оконные откосы. Они придают падающему через окно свету теплый тон.

Если в помещении работают при дневном и искусственном освещении, его изменение должно учитываться при разработке проекта цветового решения.

О цветности света подробно говорилось в разделах 2.1.8 и 4.3.9. Здесь достаточно упомянуть о том, что более предпочтительным будет свет теплых тонов. Как правило, основные цвета помещения принадлежат к шкале теплых цветов. При освещении светом холодного тона эти цвета теряют свою выразительность, так же как лицо и руки рабочих при зеленоватом или синеватом освещении.

Следующая таблица показывает, как изменяется цвет предметов при освещении различными по цвету источниками света.

Цвет при освещении

Естественном	Лампами накаливания	Люминесцентными лампами холодного цвета	Ртутными лампами
Желтый	Слабеет	Сереет	Зеленеет
Оранжевый	Не меняется	Становится приглушенным	Сереет
Оранжево-красный	Сереет	Сереет	Становится более коричневым
Пурпурно-красный	Становится более коричневым	Делается более серым	Делается более фиолетовым
Фиолетовый	Становится более серовато-зеленым	Не меняется	Делается более серым
Синий	Желтеет	Сереет	Зеленеет
Зеленый			Становится более насыщенным

Все помещение должно быть хорошо освещено. Разница в яркости освещения рабочего места и всего остального помещения должна быть по возможности незначительной. В противном случае постоянная адаптация приводит к утомлению глаз.

Освещение собственно рабочего места зависит от рода выполняемой работы и от отражательной способности материала тех предметов, которые находятся в поле зрения (см. цветной рис. 89 и 90). Необходимый уровень освещенности должен быть таким:

Грубые работы (прокатные цехи)	15— 30 лк
Токарные и ткацкие цехи	40— 60 »
Швейные и чертежные работы	100—250 »

Поскольку оптимальная различительная (контрастная) чувствительность глаза наблюдается в пределах между 2 00 и 10 000 лк, хорошие условия видимости на рабочем месте создаются при освещенности 200 лк и более. Эти данные относятся к белому фону. Если же свет падает на темные поверхности, то освещенность должна быть соответственно увеличена. При поверхности с отражательной способностью 10% (темно-серый цвет, графит) освещенность должна была бы составлять минимально 2000 лк для получения достаточной яркости, обеспечивающей необходимые для оптимальной контрастной чувствительности условия освещенности¹. Этот пример показывает, что отражательная способность окрашенных поверхностей должна быть достаточно высокой.

¹ В СССР минимальная освещенность при искусственном освещении люминесцентными лампами и лампами накаливания нормируется в зависимости от условий зрительной работы, определяемых размером объекта различения, светлотой фона и контрастом между объектом различения и фоном. (Прим. ред.)

Лампу у рабочего места располагают так, чтобы избежать прямого ослепления. Лампа, следовательно, не должна находиться в поле зрения. Наиболее сильное ослепление наблюдается при точечном источнике света. Более благоприятные условия освещения создают лампы накаливания из молочного стекла и люминесцентные лампы. Хотя на такие светящиеся поверхности можно смотреть, не испытывая ослепления в обычном смысле этого слова, они также вызывают адаптацию глаза и тем самым ухудшают в целом условия видимости в поле зрения.

Использование цвета на рабочем месте. На рабочем месте следует различать изделия, цвет которых часто изменяется, и оборудование, постоянно или на длительное время определяющее своим цветом общий вид рабочего места. Хорошие условия видимости помогают работе, сохраняют зрение и предохраняют от несчастных случаев. Под хорошей видимостью мы понимаем: создание путем правильного распределения светотени ясно видимого поля зрения, достижение достаточной цветовой дифференциации с целью лучшего зрительного различения предметов. При хороших условиях видения исключаются также неприятные, мешающие зрительному восприятию явления.

Создать хорошие условия видения — это значит внести на рабочем месте определенный порядок и обеспечить возможность наилучшего его обзора. Неотъемлемая принадлежность рабочего места — инструмент обязательно должен быть хорошо видим.

На станках и приборах цветом следует выделять узлы управления. В надлежащих местах должны быть предупреждающие об опасности цветные надписи.

Мелкие алюминиевые детали слабо выделяются на светло-сером фоне. Из-за отсутствия контраста они плохо видны (цветной рис. 90). Но слишком больших светлотных контрастов также следует избегать. Так, например, в ткацком производстве белые нити на черном фоне могут через короткое время вызвать мелькание в глазах.

Таким образом, для алюминиевых деталей серый фон средней светлоты более подходит, чем светло-серый или черный. Но отчетливость видения может быть еще увеличена за счет контраста по цветовому тону. Для этого можно рекомендовать красновато-коричневый фон средней светлоты, который одновременно производит теплое впечатление и оживляет рабочее место (цветной рис. 91).

Будет ли коричневый цвет более желтым или красным, будет ли он более насыщенным или более серым, может быть решено лишь индивидуально для каждого конкретного случая. Здесь речь идет о принципиальном вопросе — выборе наиболее благоприятного для работы контраста. Основные требования таковы:

- а) незначительные светлотные контрасты (сохраняют зрение);
- б) значительные контрасты по цветовому тону (повышают способность зрительного различения);

в) умеренные контрасты по чистоте цвета (не допускают резких сочетаний).

В качестве фона для медных или латунных деталей можно рекомендовать зеленовато-синий цвет средней светлоты и малой насыщенности. Благодаря хроматическому контрасту сводится до минимума возможность возникновения последовательного образа.

Цвет последовательного образа. На рабочем месте часто наблюдается возникновение последовательных образов, мешающих рабочему. Особенно часто это происходит, когда рабочий долгое время воспринимает один и тот же цвет (например, при шитье красных полотнищ) или при ритмичном повторении одного и того же цвета (например, цветная упаковка на движущемся конвейере). Для компенсации рядом должен быть дополнительный цвет. Конечно, полностью исключить явление последовательного контраста невозможно, особенно тогда, когда при неизменном ритме работы мы поочередно видим насыщенный цвет и нейтральный фон. В таких случаях наблюдается даже усиление явления последовательного контраста, вызванное индукцией. Если же глаз видит в поле зрения дополнительный цвет в неизменном чередовании с основным цветовым пятном, то цвет последовательного образа не воспринимается, он не мешает человеку работать.

Хорошая обозреваемость рабочего места. Хорошая обозреваемость рабочего места требует также правильной окраски инструмента. Молотки, отвертки, напильники и т. д. имеют обычно ручки, сделанные из дерева. На коричневом верстаке их трудно различить среди стружек и обрабатываемых деталей. Выбор соответствующего цвета ручек и остальных частей инструментов, контрастирующего с цветом фона и, по возможности, с цветом обрабатываемых деталей, среди которых может оказаться инструмент во время работы, гарантирует хорошую видимость на рабочем месте.

Безопасность работы. Безопасность работы достигается скорее соответствующей окраской, чем инструкциями и указаниями. Цвет предупреждает об опасности. При выборе цвета надо руководствоваться его выразительностью и той функцией, которую он должен выполнять.

Из деления цветов на активные и пассивные, возбуждающие и успокаивающие уже можно сделать вывод о распределении их функций. Активные цвета используют для предупреждения, указания.

Задача остальной части спектра — создавать фон, служить дополнительными цветами, помогающими тому, чтобы активные цвета приобрели большую силу эмоционального воздействия, чтобы они были хорошо различимы даже тогда, когда не используются светлотные контрасты. Так, например, серо-зеленый цвет широко применяется для окраски станков не только потому, что он смотрится лучше черного, но и

потому, что он превращает неприятный для глаза светлотный контраст между красным и черным цветом в неумоляющий хроматический контраст красного и серо-зеленого цвета (см. цветной рис. 94).

Исходя из сопоставления активности цветов и своеобразия каждого отдельного цвета, можно сделать вывод о наилучшем его использовании. При этом надо иметь в виду рассмотренное ранее положение о том, что в центральных зонах поля зрения все цвета очень хорошо различаются, на периферии же цветовое восприятие многих цветов быстро снижается.

Желтый цвет. Из всех активных цветов только желтый даже на крайней периферии остается хорошо различимым и действенным. Таким образом, желтый цвет обладает многими особенностями, которые делают его пригодным для определенного функционального использования. Особенности эти заключаются в следующем:

он хорошо воспринимается на периферии поля зрения;

обладает большой светлотой и хорошо различим при любом освещении;

большие поверхности, окрашенные в насыщенный желтый цвет, воспринимаются как что-то назойливое;

в сочетании с черным создаются резкие, бросающиеся в глаза контрасты;

желтый цвет имеет более короткую длину волны, чем красный, и поэтому хорошо различим даже в сумерки, когда красный кажется черным;

желтый цвет воспринимается даже дальтониками.

Из этих соображений желтый цвет рекомендуется использовать там, где необходимо привлечь внимание: прежде всего на движущихся предметах, которые приближаются к нам сверху или со стороны.

В сочетании с черным в виде полос воздействие желтого цвета еще более усиливается, и он становится определенным сигналом. Поэтому он применяется на электрокарах, на кузовах самосвалов, на кранах, прежде всего при поднятом грузе (цветной рис. 92).

Красный и оранжево-красный. Хотя красный цвет и слабо воспринимается на периферии поля зрения и быстро темнеет при наступлении сумерек, он обладает другими свойствами, которые делают его незаменимым в качестве цвета для сигнализации:

в центре поля зрения — это наиболее активный и четко различимый цвет;

сильный физиологический раздражитель; мы не просто воспринимаем красный цвет, он действует на нас возбуждающе;

красный цвет как бы приближается к нам; оптически он всегда воспринимается выступающим;

наиболее действенным и четко выраженным бывает на зеленом фоне;

отличается большой силой воздействия даже будучи использованным на очень малых поверхностях;

при внезапном освещении поля зрения красный цвет воспринимается первым из всех цветов.

Перечисленные здесь свойства красного цвета определяют его функциональное использование на рабочем месте в качестве сигнала, предупреждения о возможной опасности.

Различают оранжево-красный цвет (стандартный цвет 2 900) и красный цвет (стандартный цвет 3 000).

Оранжево-красный цвет применяется в качестве указателя об угрожающей опасности, красный — когда необходимо устранить опасность.

Например, оранжево-красный цвет применяют для окраски внутренних деталей станков, обслуживание которых связано с опасностью. В оранжево-красный цвет окрашивают также защитные крышки зубчатых передач, кожухи, шкафы распределительных устройств (цветной рис. 93). Красный цвет применяют для аварийных рычагов, тормозов, вентилей, предохранителей, выключателей, негабаритных грузов на транспорте, аварийного освещения и сигналов остановки (цветной рис. 94).

В красный цвет окрашивают также приборы пожаротушения, ручные огнетушители, топоры, лопаты, ящики с песком и указатели местонахождения огнетушителей. Надписи на этих указателях выполняют белым цветом.

Охра. Цвет охры также относится к активным цветам. Он обладает свойствами как желтого, так и красного цвета, но вследствие малой насыщенности менее активен, менее раздражает. Предметы, окрашенные охрой, визуально приближаются к нам, кажутся теплыми, сухими и приятными на ощупь. Цвет этот вызывает ассоциации с деревом и желание взять предмет в руки. Поэтому им рекомендуется окрашивать рычаги, рукоятки, а также маховики органов управления станками.

Зеленый. Из шкалы пассивных цветов зеленый занимает в производственных помещениях первое место, поскольку по сравнению с ним этот цвет более теплый;

образует с красным наиболее сильный контраст;

дает возможность по мере приближения к серому цвету создавать целый ряд переходных ступеней;

вызывая ассоциации с зеленым цветом листьев, он особенно приятен и оказывает успокаивающее действие;

в сочетании с белым зеленый цвет создает ощущение чистоты и ясности.

Например, серо-зеленый цвет, т. е. зеленый цвет малой насыщенности, рекомендуется для станков и механизмов (цветной рис. 94). Оливково-зеленый цвет кажется более тяжелым и может применяться

для окраски цоколя станков, который легко загрязняется и теряет свой цвет.

Высокие металлические подмости, балки и крановые установки в больших цехах рекомендуется окрашивать в светло-зеленый цвет. По сравнению с красновато-коричневым этот цвет оптически воспринимается более легким, и, кроме того, предметы, окрашенные в светло-зеленый цвет, визуально не выдвигаются на передний план. Поэтому несущие конструкции этого цвета не кажутся такими тяжелыми и не производят давящего впечатления на людей (цветной рис. 87). Зеленый цвет подчеркивает надежность конструкции.

Зеленый цвет означает, что нет опасности, проезд свободен.

Сочетание зеленого цвета с белым характеризует все, что связано с оказанием первой помощи при несчастных случаях. Условным обозначением является белый крест на фоне зеленого круга. Красный крест на белом фоне на предприятиях не допускается, этим знаком пользуются лишь организации международного Красного Креста.

Шкафчики с перевязочным материалом, носилки, а также двери в медицинские учреждения окрашивают в зеленый цвет.

Синий цвет. Синий цвет — пассивный; он хорошо различим на периферии поля зрения. Оправдал себя как цвет, возбуждающий внимание, и поэтому предлагается для окраски досок объявлений, в частности указаний по эксплуатации. Синий цвет находит и специальное применение. Им окрашивают холодильные установки и агрегаты.

Белый цвет. Белый цвет служит для маркировки нейтральных зон. В производственных помещениях белой полосой отмечают зону безопасного прохода, а в длинных коридорах — подходы к наиболее важным помещениям (цветной рис. 88). На улицах белой пунктирной линией обозначают переходы. Белая плоскость на полу отмечает место для урны или корзины для бумаг.

Опасные зоны. Важнейшие зоны опасности были упомянуты уже при рассмотрении использования отдельных цветов. Однако существуют опасные зоны, для которых правилами техники безопасности не предусмотрены обязательные предупреждающие знаки. Опасность в этих зонах наблюдается редко, а причиненный ущерб незначителен.

К этому комплексу относится опасность оступиться на лестницах, на отдельных переходных ступенях, опасность натолкнуться на колонну, выступ стены, а также опасность не ухватиться за перила или поручни на лестницах, станках и т. д.

Эти опасные зоны в зависимости от их местонахождения и функционального назначения отмечаются цветом.

Торцы проступи у отдельных ступеней, особенно в темных коридорах, следовало бы окрашивать в белый цвет. Поручни перил целесообразно красить в коричневые тона — желтовато-коричневый цвет хорошо заметен.

Колонны и выступы стен, в том случае когда не требуется окраска желтыми и черными полосами, можно выделить из окружения, окрасив их в теплые, броские цвета. Их не следует отодвигать оптически на задний план и делать незаметными применением светло-синих тонов.

Проект цветового решения

Множество факторов, с которыми приходится считаться при цветовом решении, делает необходимой разработку соответствующего проекта.

В процессе разработки проект проходит определенные стадии от выбора общего цветового решения до оформления отдельных деталей, а именно:

1. Выбор проектного решения. Он обуславливается общими композиционными законами, учитывающими архитектуру и функциональное назначение конкретного интерьера. При этом определяются доминирующие светлые и темные поверхности.
2. Определение цветового тона насыщенности и светлоты используемых цветов, необходимых для достижения желаемого эффекта. Распределение этих цветов на основные поверхности.
3. Распределение отдельных цветов для окраски строительных деталей (колонны, балки и нижние поверхности конструкций) в зависимости от условий труда. При этом цвета, дополнительные к цвету обрабатываемых деталей, могут использоваться либо непосредственно на рабочем месте, либо вблизи него, но так, чтобы они были хорошо видны в поле зрения.

Полученное сочетание цветов уравнивается в отношении размеров поверхностей и интенсивности их цвета, причем исходят из того общего впечатления, которое должен производить интерьер. Целостность общего впечатления не должна нарушаться неправильно выбранными второстепенными и сопутствующими цветами.

Проект цветового решения может быть представлен в виде эскиза. Но эскиз не дает еще полной гарантии того, будет ли практически получен задуманный интерьер. Более целесообразно изготовить макет с необходимыми деталями, включая освещение. Однако и при наличии макета необходимо опробовать цвета в натуре. При выполнении проекта цветового решения нужны хорошее пространственное воображение и богатый опыт.

8. ЦВЕТ В ОБЛИКЕ ГОРОДА

Цветовое решение наружного пространства определяется центром его композиции, а в зависимости от этого выбирается и все остальное цветовое решение. Важнейшим фактором при этом будет характер архитектуры.

Учитывается также и характер окружения. Горы или леса, тип застройки могут стать решающими для определения цвета, обеспечивающего наиболее удачное эстетическое воздействие композиции.

Кроме того, цветовое решение определяется назначением сооружения.

8.1. Влияние характера архитектуры на цветовое решение

Архитектурные членения и цветовое решение сооружения — это два различных средства архитектурной выразительности, служащие единой цели. Архитектурные членения и пластика более тесно связаны с сооружением, чем его окраска. Поэтому они являются перво-степенным, более действенным средством, которому подчиняется цвет. Поскольку решать в цвете приходится не только новые современные сооружения, но и старую застройку, мы кратко остановимся на этом вопросе.

Фахверковые постройки. Фахверковые (каркасные) здания имеют свои традиционные членения, сильно отличающие их от современных домов большого города. В фахверковом доме членения достигаются чередованием двух существенно различных материалов — дерева и штукатурки. Деревянные конструкции образуют темный каркас дома. Оштукатуренные поверхности в виде светлых полей и окна заполняют межкаркасное пространство. Дерево и штукатурка являются носителями цвета. Естественное старение, а также специальная пропитка придают дереву темный цвет. Оштукатуренные поверхности должны быть всегда более светлыми. Даже там, где такой фасад из соображений целесообразности покрывается масляной краской, соблюдаются традици-

онные светло-темные членения. Светлый каркас не может оптически объединить темные массы стены; фасад распадается, кажется неустойчивым. Оконные рамы и ставни в таких домах могут быть окрашены в интенсивные цвета.

Старая городская застройка. Большинство фасадов старых домов перегружено лепниной. Окна и тяги членят поверхности стен. Цветовое решение должно подчиняться существующим членениям. Все выступающие части рекомендуется делать светлее основного цвета фасада. Это как бы смягчает пластичность деталей и лишает фасад неприглядного для нас впечатления тяжести, которое создается лепниной.

Современные здания. Для архитектуры современных жилых домов характерны лаконичность и ясность в решении фасадов. Пропорции и членения современных зданий определяются панелями и блоками. Это создает условия для окраски больших плоскостей. При этом окраска должна подчеркивать существующие членения. Непрерывные широкие плоскости зачастую прерываются только окнами и дверями в их ритмическом чередовании. Подобный ритм создает монотонность в длинном фронте домов. Смягчить эту монотонность можно только окраской. Окраска же улучшит общий вид здания и облегчит ориентировку прохожим.

Если при цветовом решении пространства улицы выбирается один основной цвет, то разнообразие может быть достигнуто окраской переплетов окон и ограждений балконов в другие цвета, причем разные для отдельных жилых корпусов. Окраска этих архитектурных деталей в разные цвета может быть использована и на одном и том же корпусе для подчеркивания вертикального или горизонтального членения (см. цветной рис. 76). Выбором разного цвета архитектурных деталей можно акцентировать также переход от одного этажа к другому.

В фасадах зданий промышленных городов наиболее целесообразно применять в качестве основного цвета ненасыщенные тона. Цветовое разнообразие таких фасадов достигается небольшими цветовыми пятнами оконных переплетов и балконов. Эти архитектурные детали менее подвержены загрязнению благодаря материалу красителя и проще могут быть вновь окрашены, чем весь фасад.

В сельской местности, где дома отделены один от другого садами, больше свободы в выборе цвета.

Фронт улицы. При цветовом решении фронта улицы следует иметь в виду два кажущихся на первый взгляд противоречивыми принципа: Больше смелости в выборе цвета!

Меньше пестроты!

Только умелое сочетание обоих принципов может привести к удачному решению. Правильный путь к эстетическому решению фронта улицы — это применение ненасыщенных основных цветов в окраске отдельных корпусов или комплексов зданий.

Принадлежность отдельных зданий к одному комплексу, или замкнутость пространства, также должны выявляться цветом. В противном случае цвет теряет свой функциональный смысл и может привести к нарушению целостного впечатления.

При этом использование цветов очень малой насыщенности достаточно, чтобы избежать монотонности. Эта цветовая гамма исключает всякую пестроту. Цвет может изменяться от одного архитектурного комплекса к другому либо путем чередования, либо путем перехода от одной тональности к другой. Красочность внутри архитектурного комплекса может быть достигнута использованием цветовых контрастов на отдельных архитектурных деталях.

Хорошо смотрятся декоративные цвета на балконах. В зависимости от их устройства в цвете решаются либо боковые плоскости балконов, либо фронтальные, либо все балконное ограждение полностью. При выборе цвета архитектурных деталей следует обращать внимание на светлотный контраст. Нельзя, например, использовать на светло-сером фасаде лимонный цвет; голубой цвет плохо выделяется на фоне среднего по светлоте серого цвета.

Предпочтение следует отдавать белым оконным переплетам. Если же выбор останавливается на каких-либо определенных цветах, то по светлоте они должны сочетаться с окружающими поверхностями.

Анодированные металлические переплеты можно рекомендовать без ограничений.

8.2. Влияние окружения на выбор цвета

Общее впечатление от сооружения зависит от сочетания цвета его внешних поверхностей с окружением. Сельскохозяйственная или промышленная территория, сельские или городские условия, вид застройки определяют выбор и светлоты, и цветового тона.

Светлота. На фоне леса светлый дом производит более приятное впечатление, чем темно-серая стена, которая по светлоте совпадает с фоном. Приятные для глаза контрасты создаются часто встречающимся в горной местности чередованием светлых каменных или оштукатуренных и более темных деревянных поверхностей. В общем фронте улицы, состоящем из удачных и неудачных по своей архитектуре сооружений, в светлые цвета следует окрашивать хорошие здания. Остальные дома, окрашенные в более темные цвета, будут оптически отступать на задний план. Светлый тон всегда как бы выступает вперед.

В промышленном районе, где фасады быстро загрязняются дымом и копотью, очень светлая окраска менее целесообразна.

Цветовой тон. В окружении леса дом, окрашенный в синий цвет, смотрится плохо, поскольку сочетание двух холодных тонов не удовлетворяет эстетическим требованиям (цветной рис. 77). Синий и

фиолетовый цвета на фасадах домов даже в другом окружении не рекомендуются. При выборе цвета стен необходимо считаться также с цветом крыши (черепица старая или новая, шифер и т. д.). Для фасадов более подходит шкала теплых цветов. По насыщенности они могут быть весьма различными. Небольшой отдельно стоящий дом, видимый на значительном расстоянии, может иметь более активный, насыщенный цвет, чем жилой дом в тесно застроенном центре города.

8.3. Влияние функционального назначения здания на выбор цвета

Для жилых домов, промышленных зданий и общественных сооружений характерны разные архитектурные решения. Цвет должен еще более подчеркивать это различие. Там, где люди живут, они стремятся одновременно и отдыхать. Нам хорошо известно эмоциональное воздействие цвета. Поэтому отделка жилых домов должна располагать живущих к отдыху. Это достигается живостью и свежестью цветовой гаммы. Дать какие-либо определенные рекомендации здесь невозможно, так же как нельзя определить те архитектурные детали, которые должны выявляться цветом. То, что в одном случае достигается удачной окраской оконного переплета или балкона, в другом случае удается достичь при помощи сграффито или умело использованной рекламы.

Характеру промышленных зданий более соответствуют спокойные тона, нежели назойливые.

Там, где сам материал определяет цвет, создается естественный контраст, например между кирпичом и оштукатуренными поверхностями, стеклом и деревом.

Общественные сооружения должны служить архитектурной доминантой. Это достигается самой архитектурой общественных сооружений. Но при неудачном архитектурном решении цветом мало что можно исправить. При помощи одного только цвета невозможно придать зданию необходимую выразительность. В лучшем случае, используя цвет, можно создать лишь иллюзию значимости здания.

Чем более мелкие членения применил архитектор при решении того или иного здания, тем меньше возможности использовать цвет.

В крупных общественных зданиях выразительным средством должен быть в основном материал. Естественные материалы, как известно, не нуждаются в покраске; они сами обладают цветом (цветной рис. 78). Наиболее выразительными и долговечными являются естественный камень, дерево, стекло и металл.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ _____	3
1. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР УЧЕНИЯ О ЦВЕТЕ	6
2. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ЦВЕТЕ _____	20
3. СМЕШЕНИЕ ЦВЕТА _____	45
4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ЦВЕТЕ	77
5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦВЕТА НА ЧЕЛОВЕКА	99
6. ЦВЕТОВОЕ РЕШЕНИЕ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ _____	126
7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА В УЧЕБНЫХ ЗДАНИЯХ, УЧ- РЕЖДЕНИЯХ КУЛЬТУРНО-БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, БОЛЬНИЦАХ И В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ _____	137
8. ЦВЕТ В ОБЛИКЕ ГОРОДА _____	155

Герхард Цойгнер

УЧЕНИЕ О ЦВЕТЕ

(популярный очерк)

Стройиздат

Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9.

Редактор издательства М. Д. Емельянова

Технический редактор Г. Д. Наумова

Корректоры С. Г. Левашова,

Г. Г. Морозовская

Сдано в набор 8/V 1970 г.

Подписано к печати 19/V 1971 г.

Бумага 70×90¹/₁₆—6 бум. л. 11,7 условн. печ. л.

+вкладка 2,34 усл. печ. л. (уч.-изд. 13,3 л.).

Изд. № А.ІХ-649. Зак. № 5949. Цена 1 р. 97 к.

Типография изд-ва «Горьковская правда», г. Горький,
ул. Фигнер, 32.

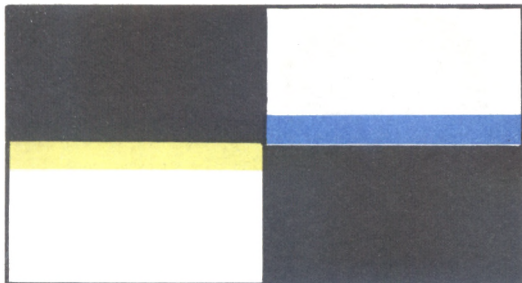


Рис. 1 и 2. При взгляде через призму на границе белого и черного цветов появляются цвета желтый — синий, слева, желтый и красный — синий и фиолетовый, справа



Рис. 3. Цветовой шар Рунге

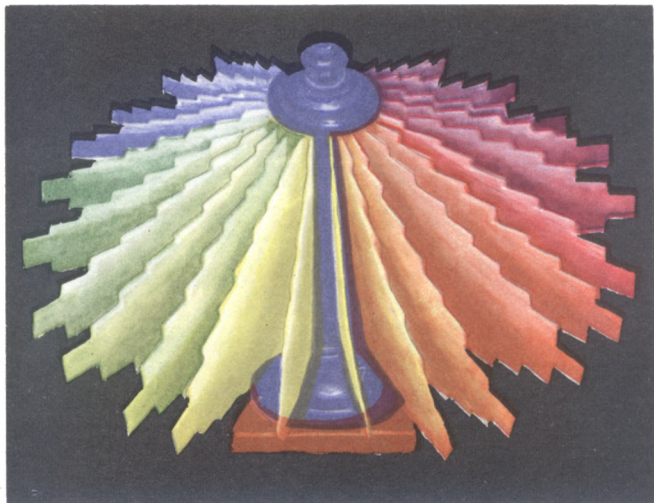
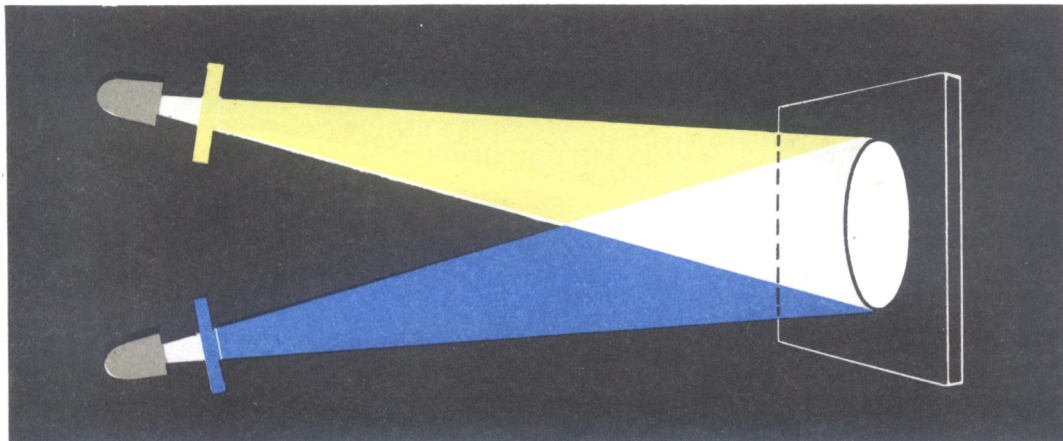


Рис. 5. Двойной цветовой конус Оствальда

Рис. 4. Сложение желтого и синего света дает белый смешанный свет



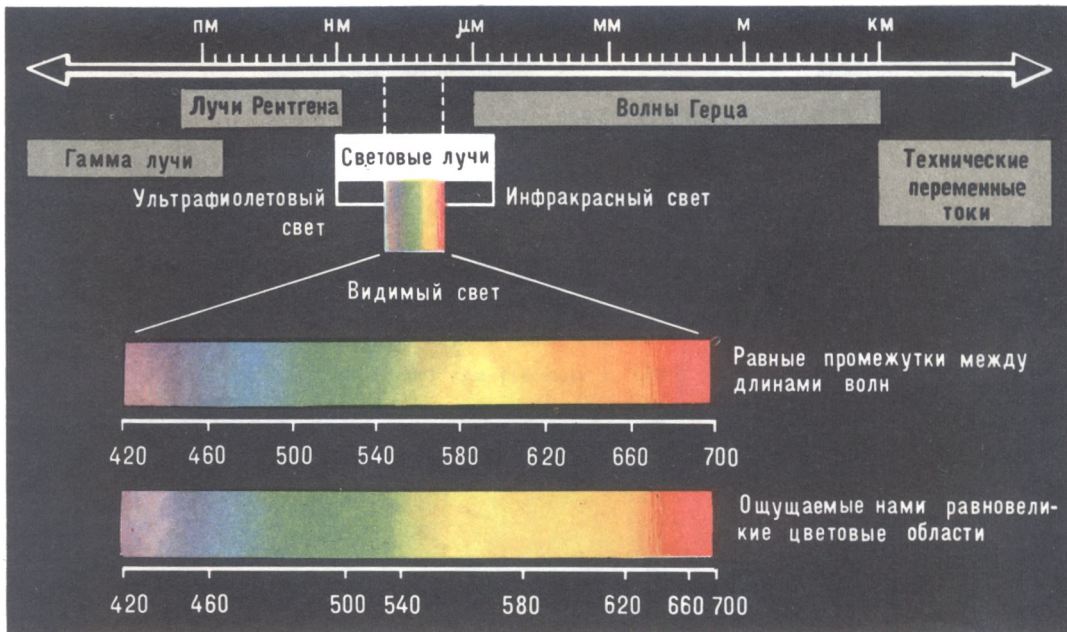


Рис. 7. Спектр электромагнитных волн

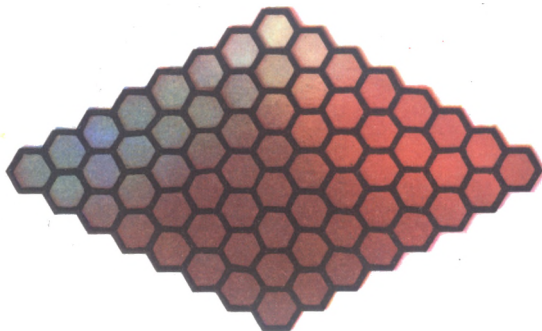


Рис. 6. Сдвоенные однональные цветные треугольники по системе Оствальда

Рис. 8. Прохождение белого света через призму. Образование спектра

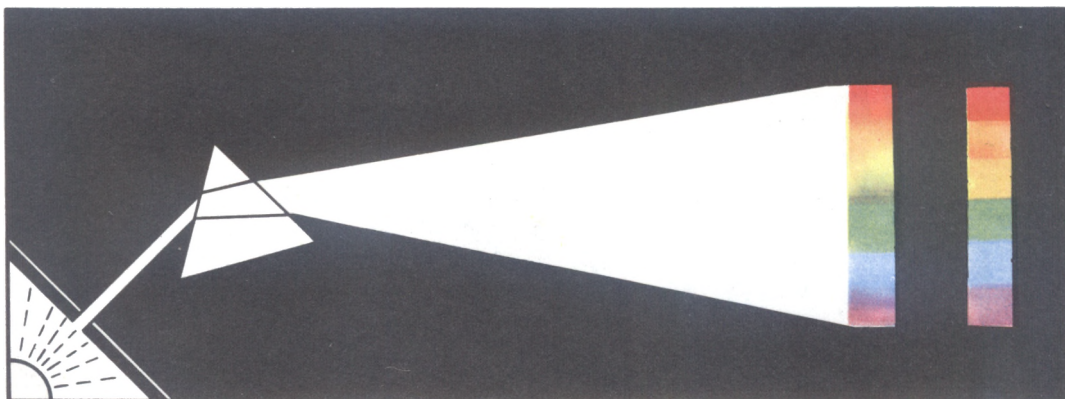


Рис. 9. Цветные лучи спектра, пропущенные через двояковыпуклую линзу, дают белый цвет

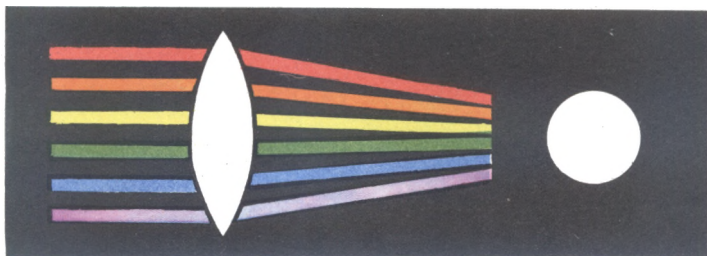


Рис. 10. Красный светофильтр пропускает только лучи красного цвета и поглощает все остальные лучи спектра белого света

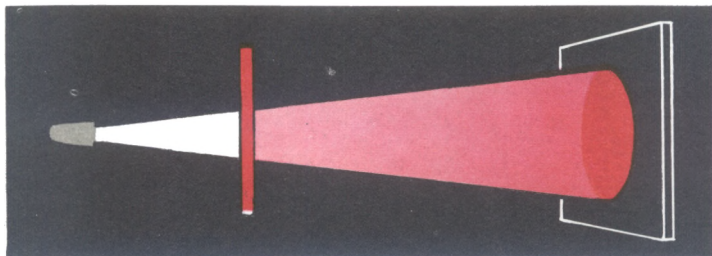


Рис. 11. Красный светофильтр, помещенный на пути лучей спектральных цветов, поглощает все лучи, кроме красного

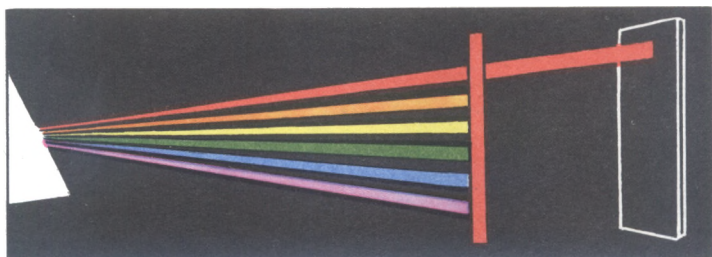


Рис. 12. Зеленый светофильтр, помещенный на пути лучей спектральных цветов, поглощает все лучи, кроме зеленого

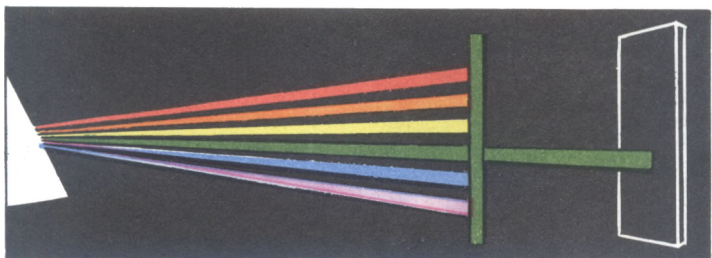
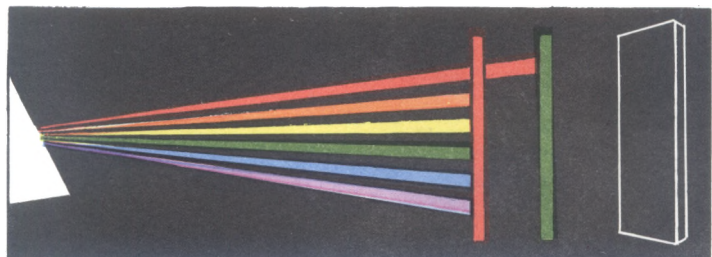


Рис. 13. Красный и зеленый светофильтры, помещенные на пути лучей спектральных цветов, поглощают последовательно все цвета спектра



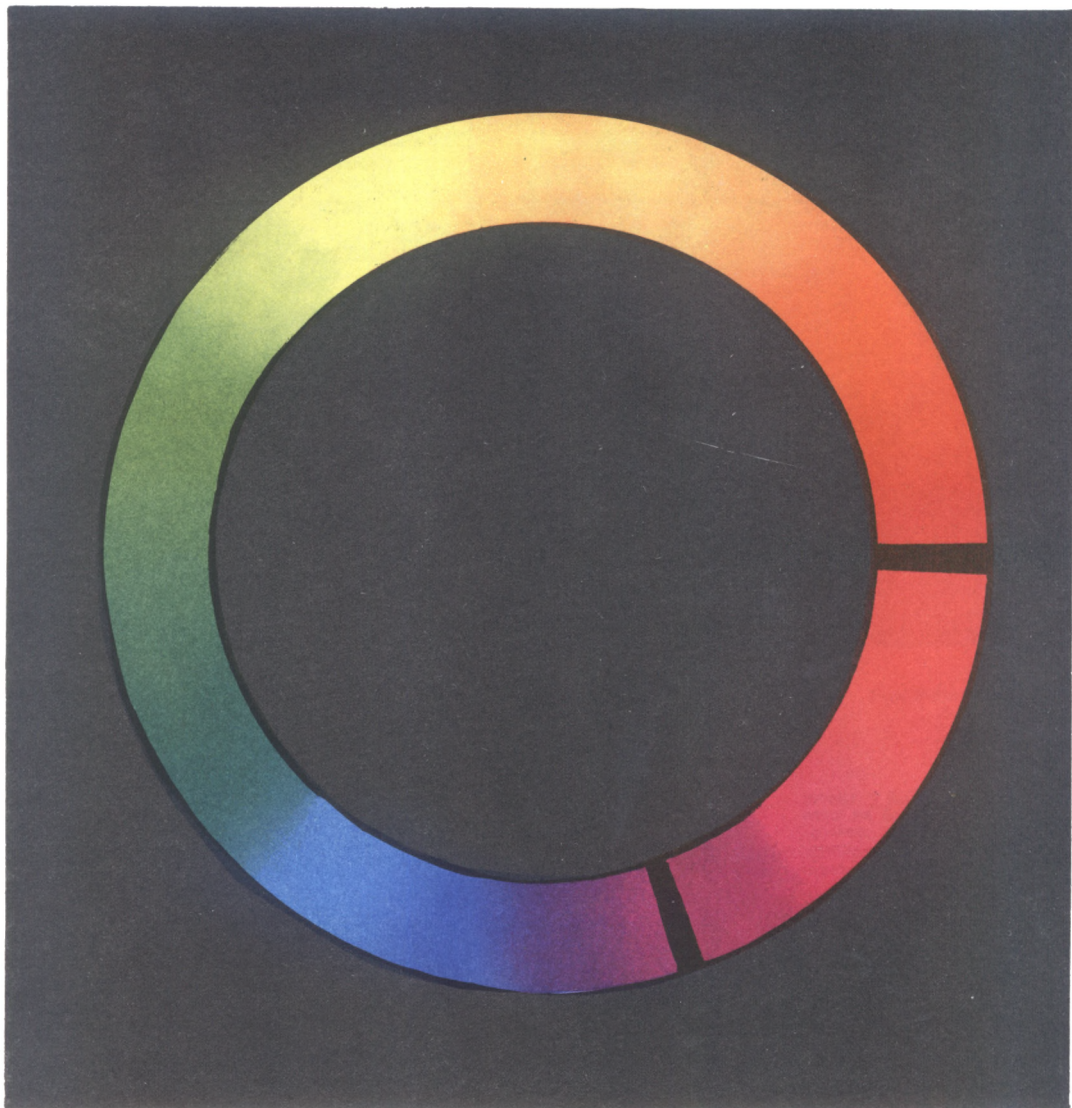


Рис. 14. Если полосу спектра дополнить областью пурпурного цвета, то ее можно представить в виде окружности



Рис. 15. Предлагаемое расположение цветов в цветовом круге дает возможность определить пары дополнительных цветов

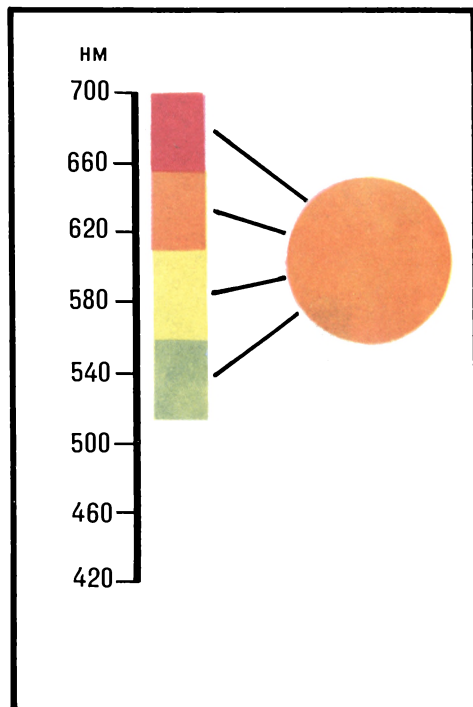
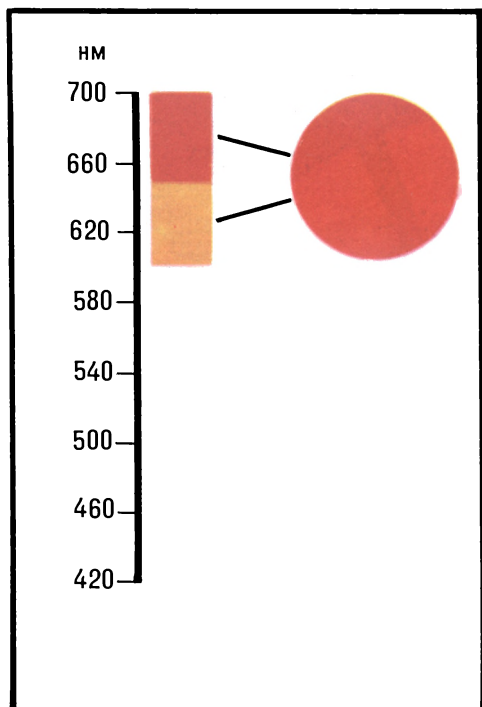
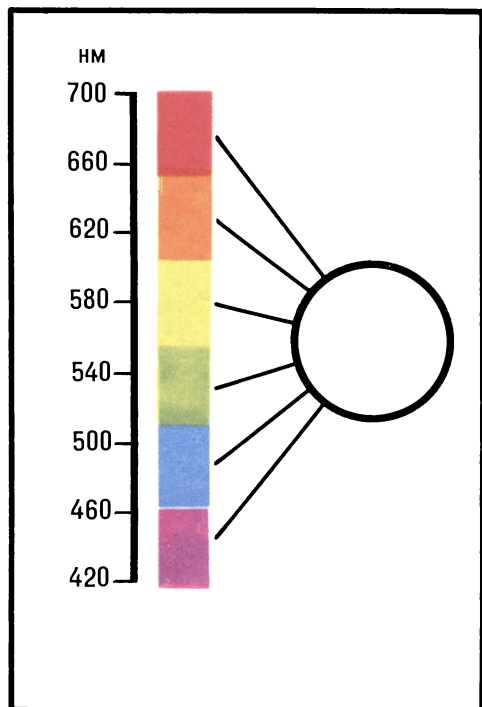


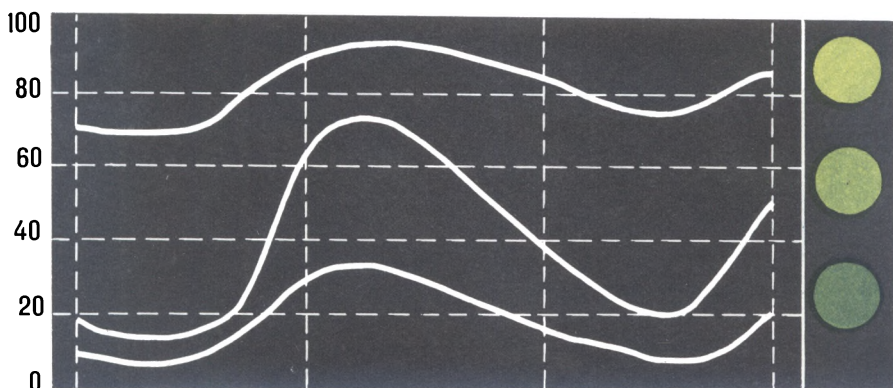
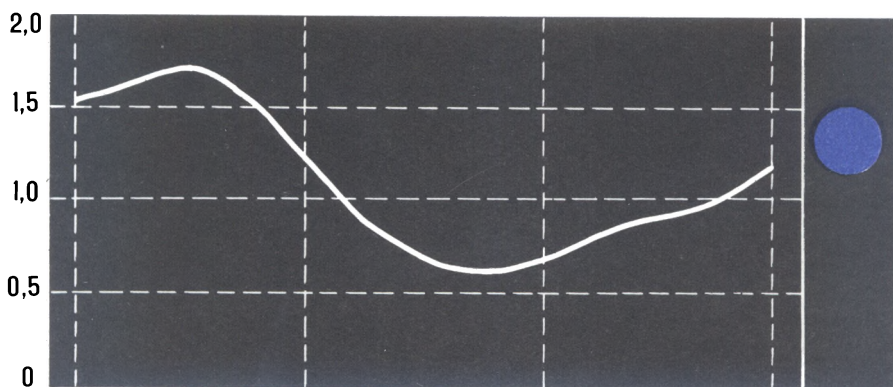
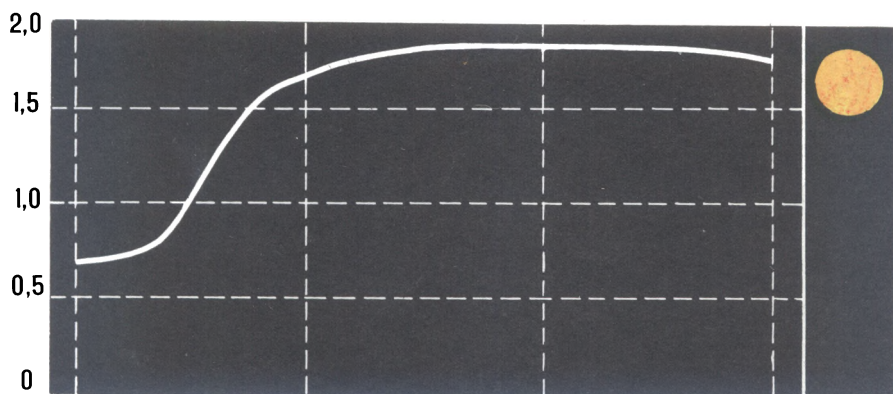
Рис. 16. Область спектра излучения самосвещающимся раскаленным докрасна телом

Рис. 17. Область спектра излучения самосвещающимся раскаленным до желтого цвета телом



◀ Рис. 18. Область спектра излучения самосвещающимся раскаленным добела телом

Рис. 19. Области излучения желтого, синего и зеленого цветов ▶



400 нм 500 нм 600 нм 700 нм

Цветовой тон 12 13 16 21 22 1 6 8

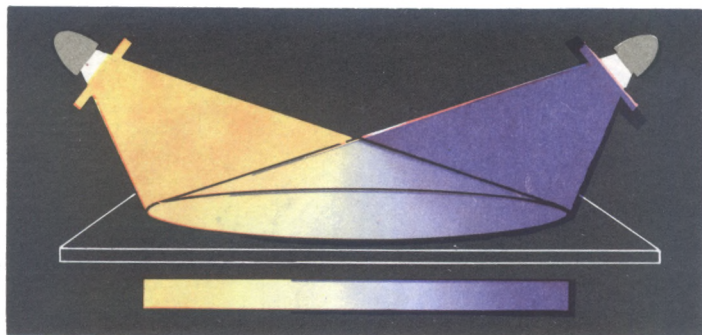


Рис. 20. В области наложения желтого и синего света цвет изменяется, постепенно переходя от желтого через светло-желтый, белый и голубой к синему.

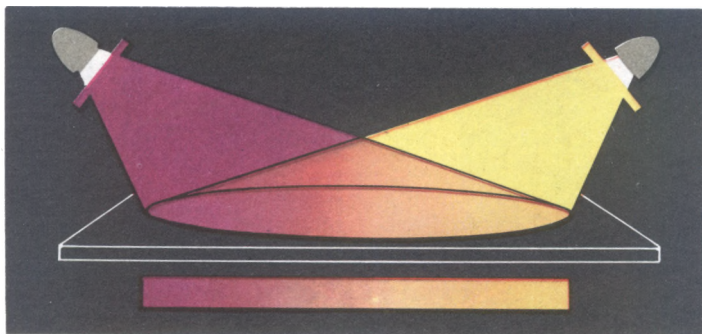


Рис. 21. В области наложения желтого и фиолетового света цвет изменяется, постепенно переходя от желтого через светло-оранжевый, розовый и пурпурный к фиолетовому

Рис. 22. Впечатление розового цвета можно получить по законам аддитивного смешения нескольких пар лучей цветного света

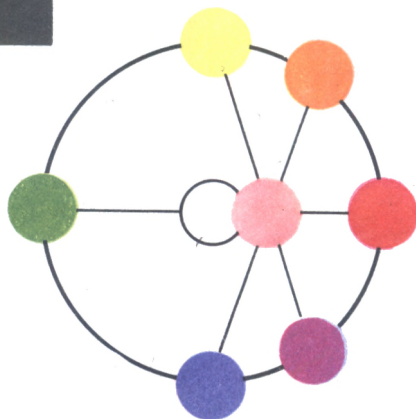
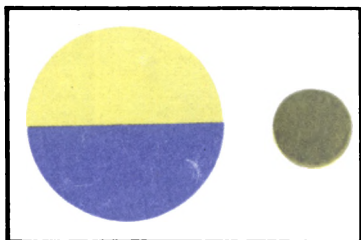


Рис. 23—26. При смешении желтого и синего цветов, нанесенных в различных долях на вращающийся оптический круг, возникают различные цветовые ощущения

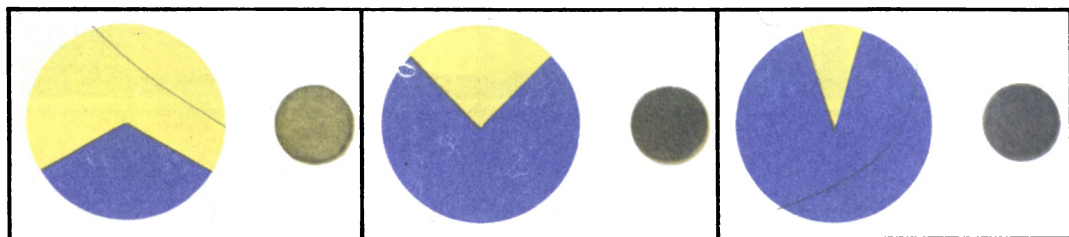




Рис. 27. Надпись и фон дополнительных цветов одинаковой светлоты производит мерцающее, пестрящее впечатление и трудночитаема

Рис. 28. Более активный цвет лучше воспринимается, когда он используется на сравнительно малых поверхностях

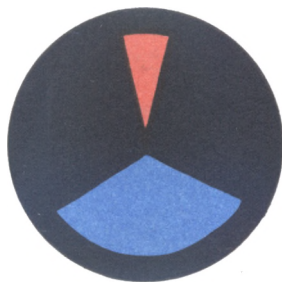


Рис. 29. При близком расположении друг к другу тонких цветных полосок глаз регистрирует не цвет отдельных полосок, а цвет их смешения

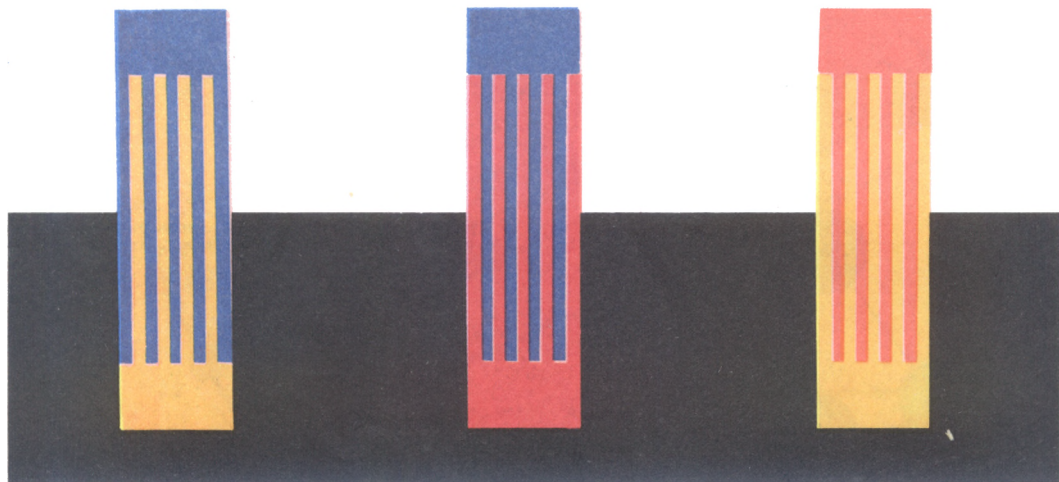
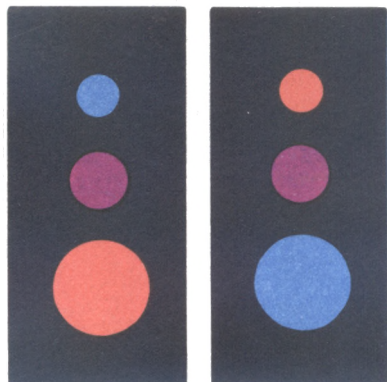




Рис. 30. Пример смешения цветовой пары — красного и зеленого — с переходом к черному и белому

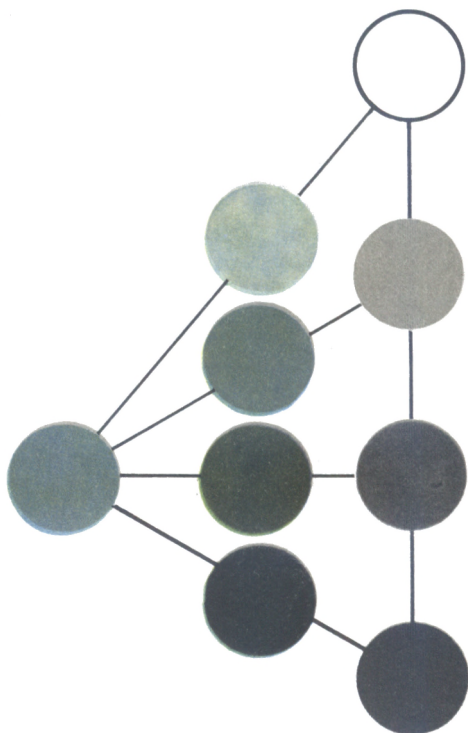


Рис. 31. Пример смешения насыщенного зеленого цвета с различными цветами ахроматического ряда

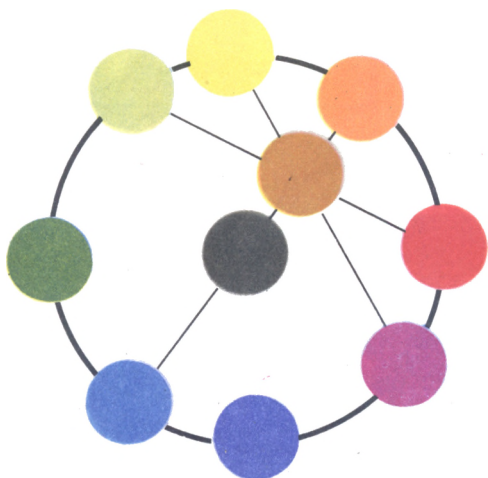
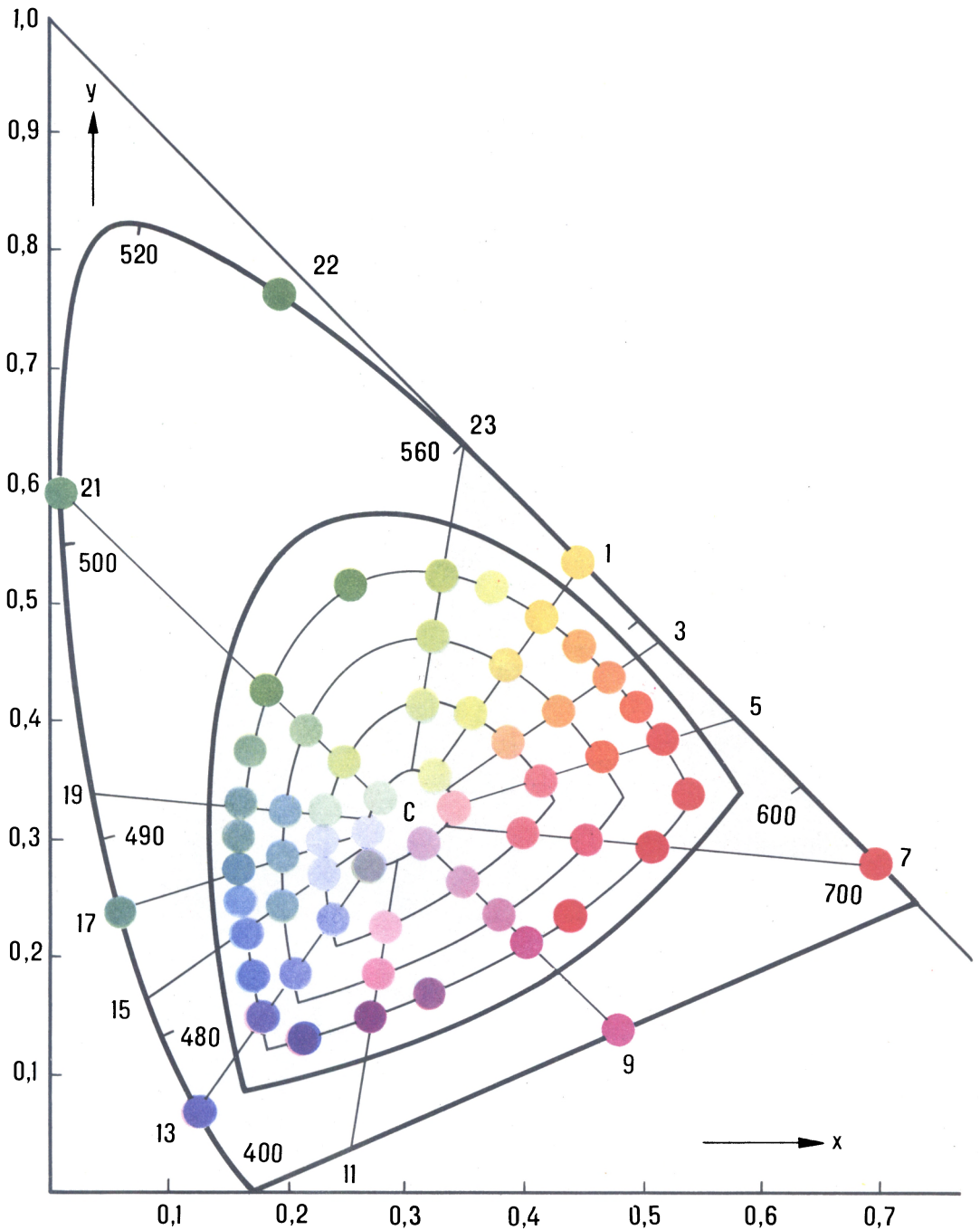


Рис. 32 Желто-коричневый цвет можно получить путем смешения различных цветов

Рис. 33. Расположение цветов на цветовом графике МКО (треугольник МКО)



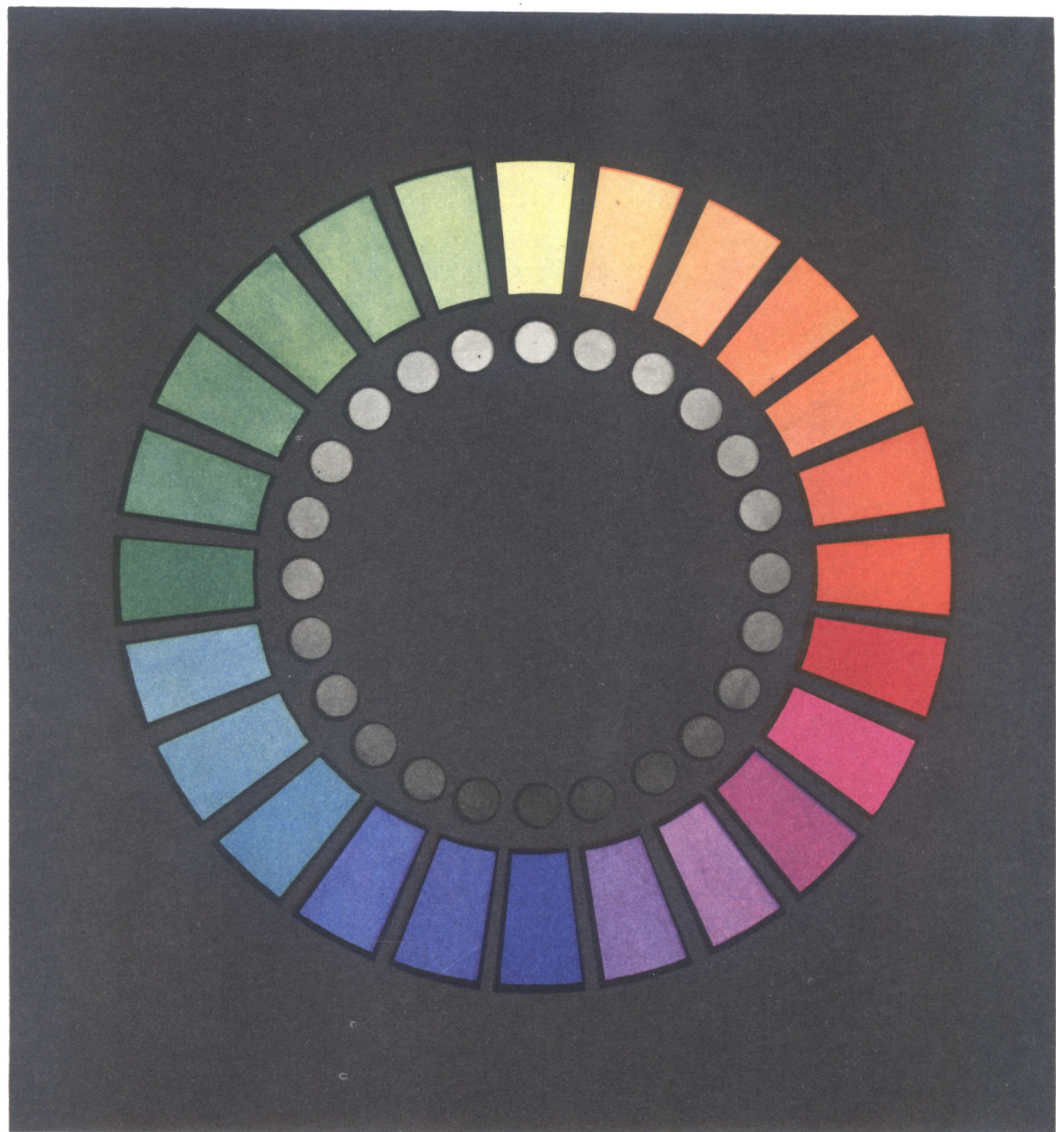


Рис. 34. Цветовой круг цветового тела TGL, составленный из 24 частей

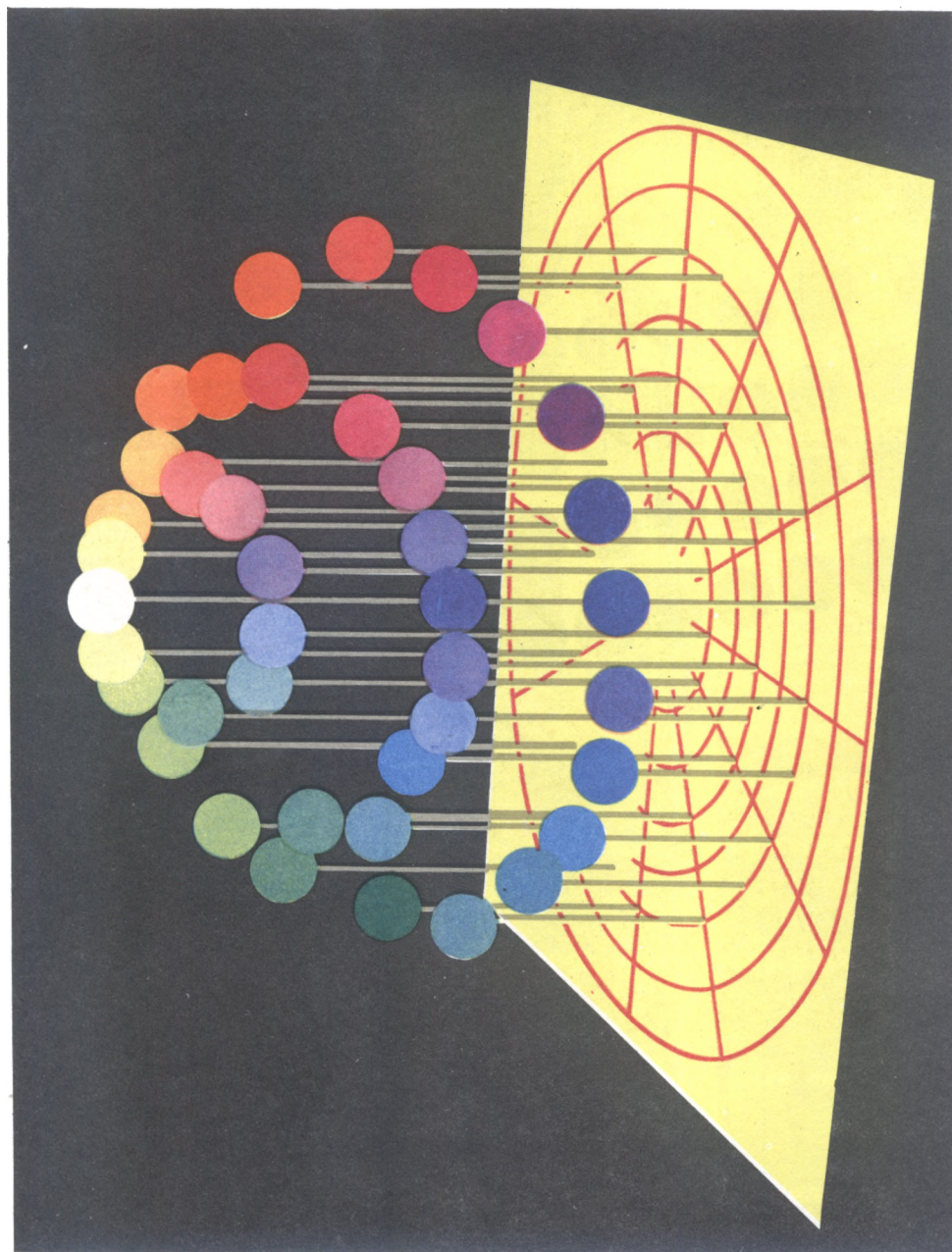


Рис. 35 Цветовое тело TGL

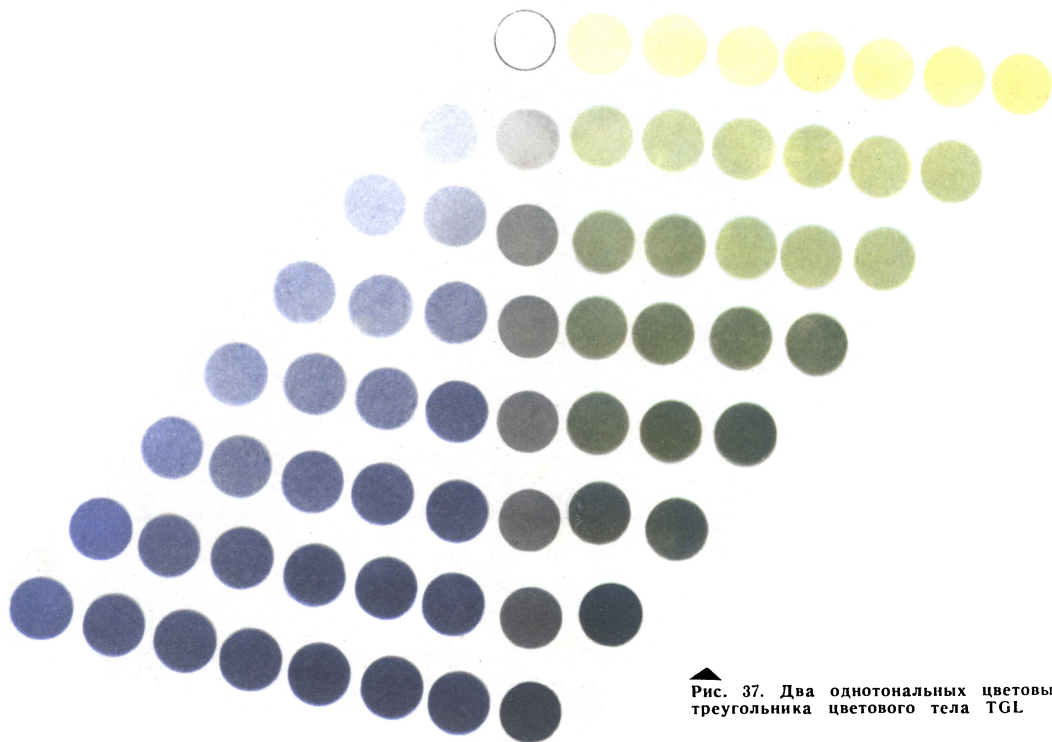


Рис. 37. Два однотональных цветовых треугольника цветного тела TGL

Рис. 36. Схема цветного тела TGL

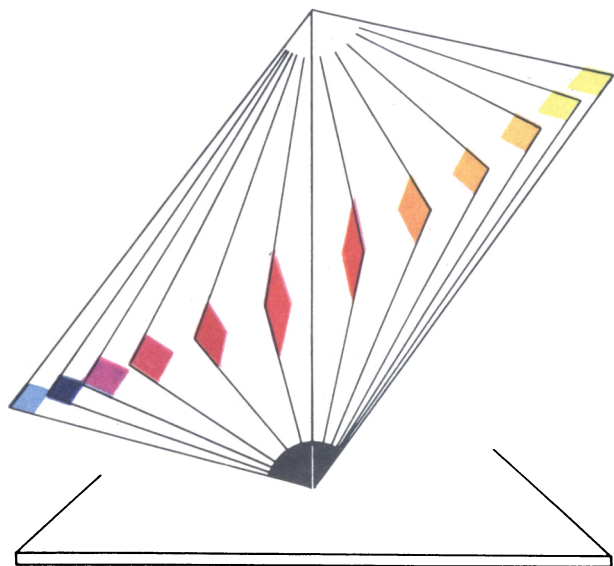


Рис. 39. Предложение по ассортименту пигментов в стандартном наборе красок



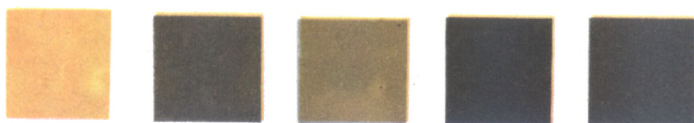
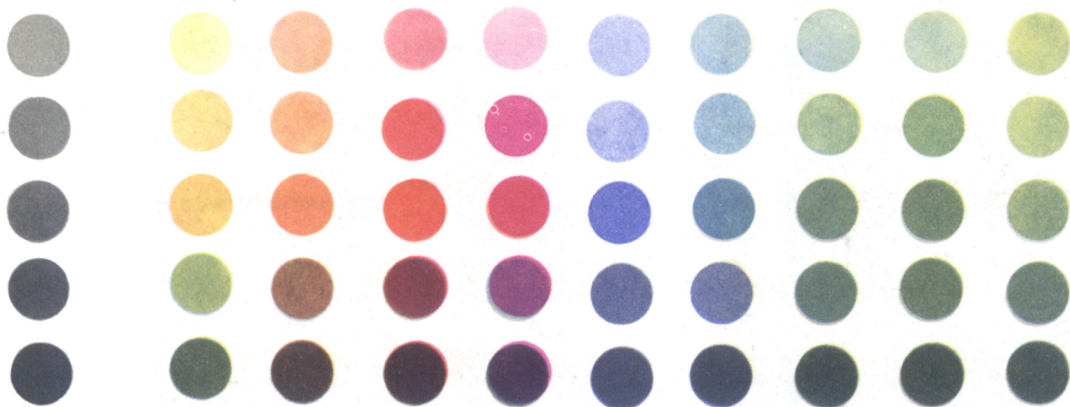
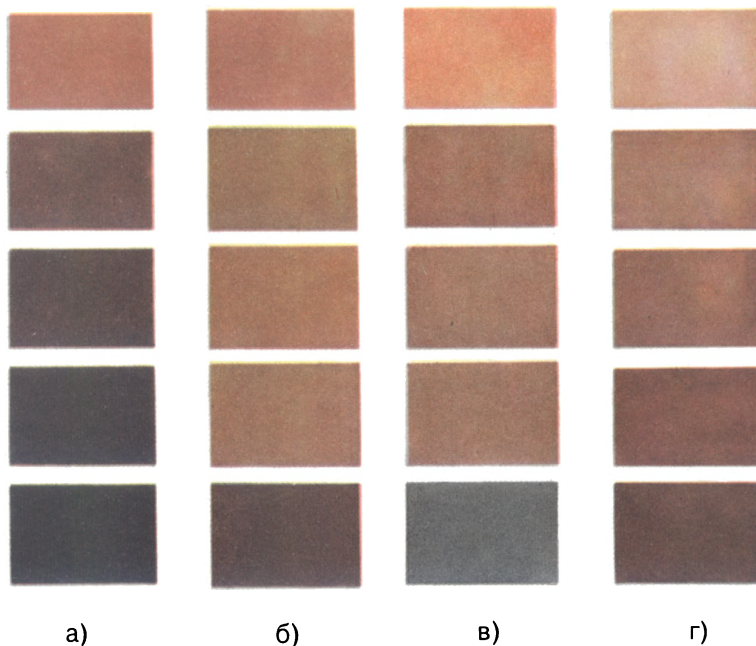


Рис. 40. Предложение по ассортименту пигментов в высококачественном наборе красок



Рис. 42. Неправильно затемненные желтые цвета и исправленный цветовой ряд

Рис. 41. Сопоставление типичных цветовых рядов
 а — теневого ряда; б — цвета одинаковой насыщенности;
 в — малонасыщенные цвета;
 г — цветовой ряд от исходного цвета к белому



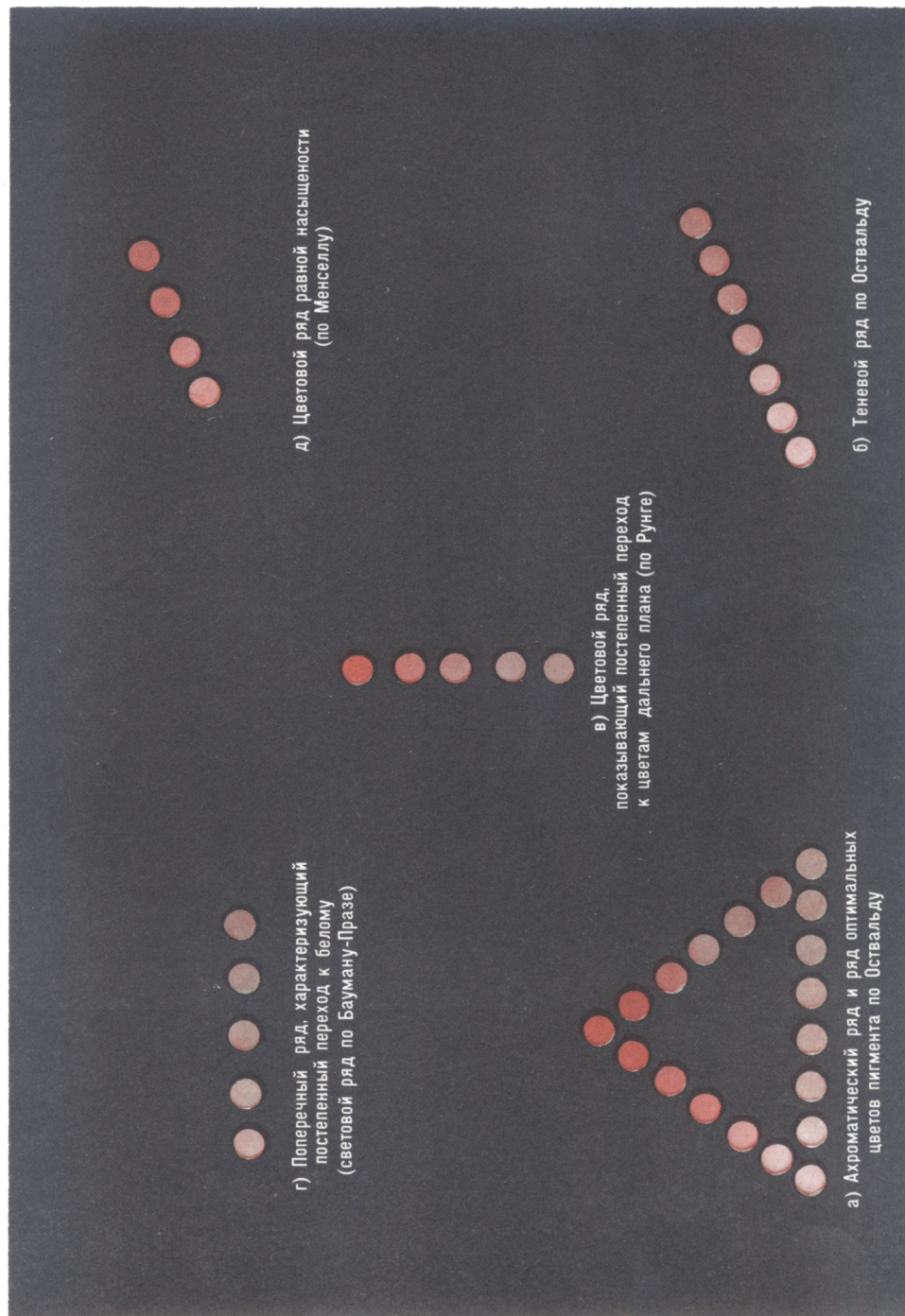


Рис. 38. Цветовые ряды в одногональных цветовых треугольниках по системе цветов TGL и по другим системам на примере красного цвета 8-цветового круга

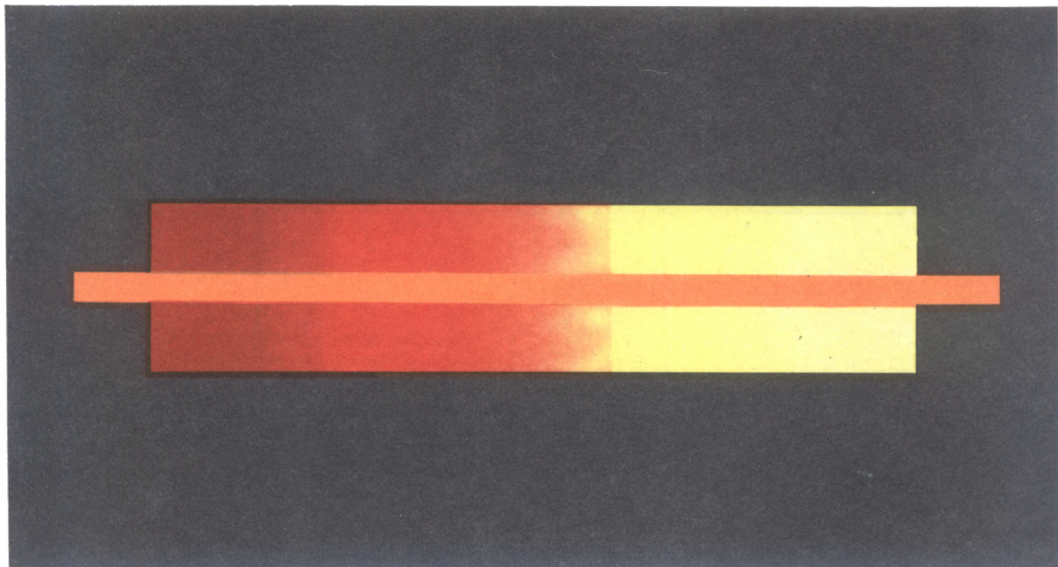


Рис. 43. Оранжевая полоса воспринимается по-разному в зависимости от цвета и яркости фона

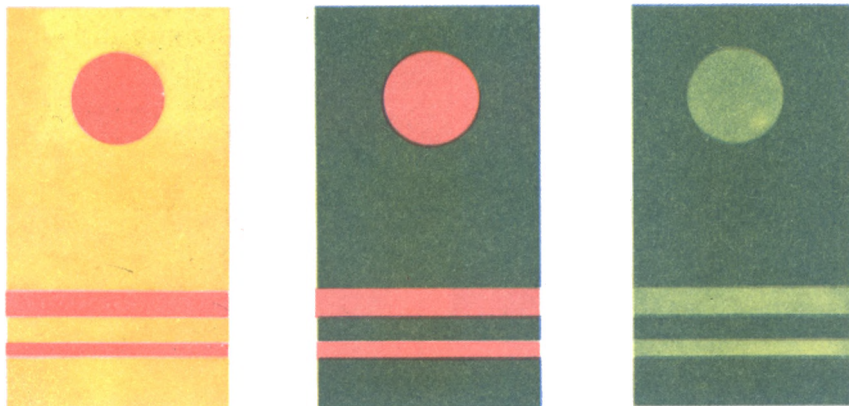


Рис. 44. Цвет фона изменяет характер воздействия цветовых пятен

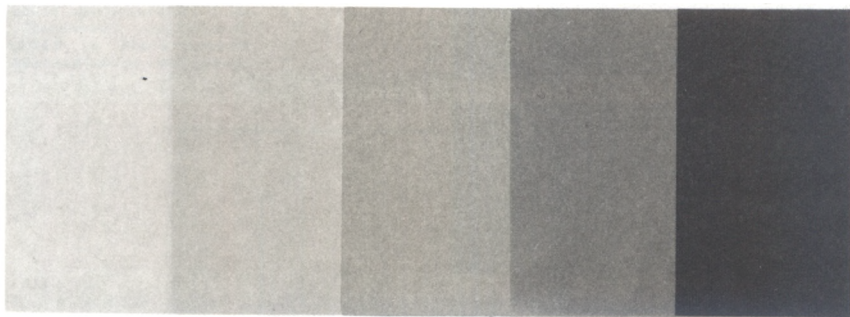


Рис. 45. Ахроматический ряд. Каждый цвет этого ряда на границе с темным цветом воспринимается более светлым, а на границе со светлым — более темным

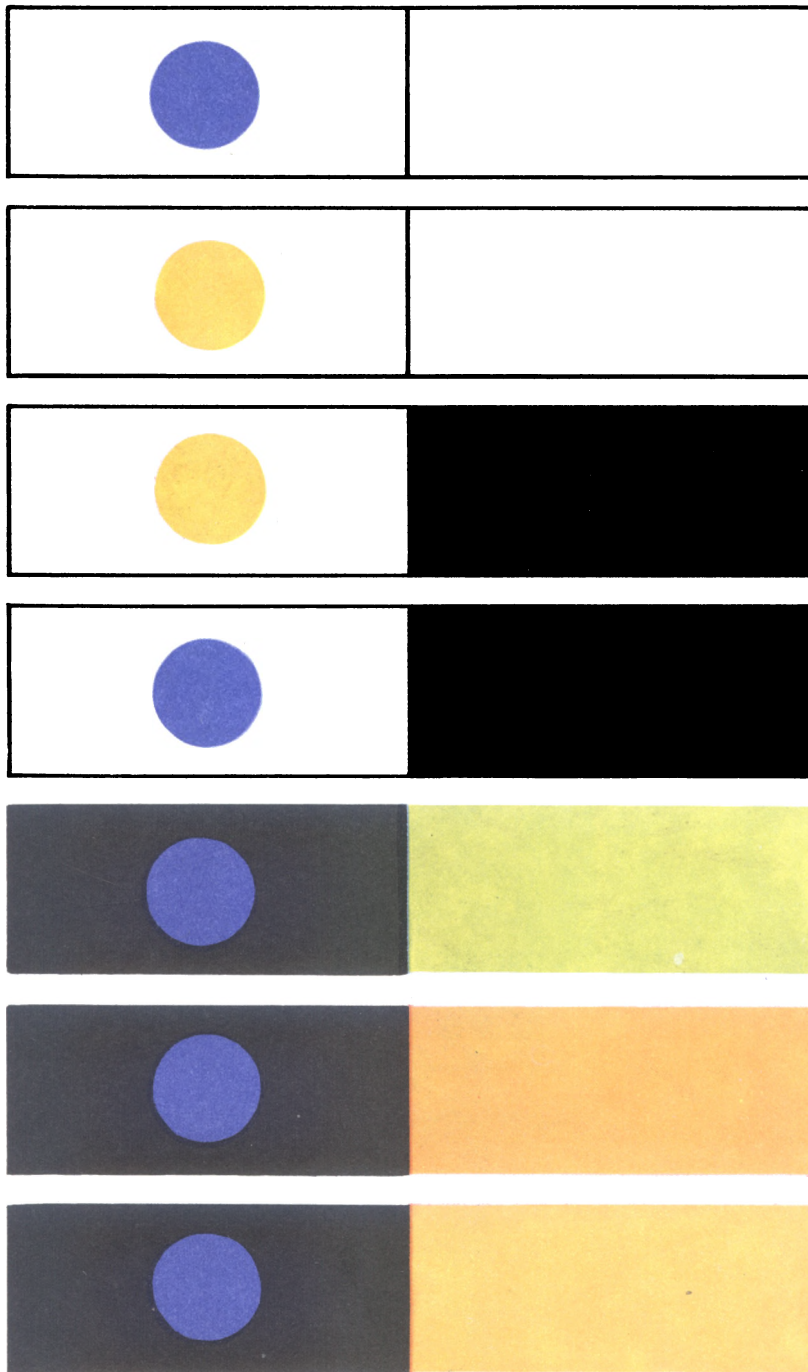


Рис 47. Цвет последовательного образа от желтого или фиолетового пятна в зависимости от фона, на котором этот образ появляется, будет различным



Рис. 46. Действие последовательного образа. Если зафиксировать взгляд на красном круге, затем перевести его на крестик или на желтую полосу, то можно заметить, что чем дольше глаз будет совершать это попеременное движение, тем яснее становится зеленый последовательный образ

Рис. 48 Все противоположные пары цветов субтрактивного цветового круга являются цветами последовательных образов

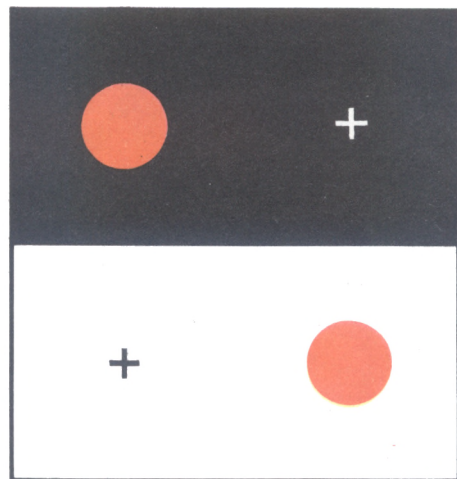
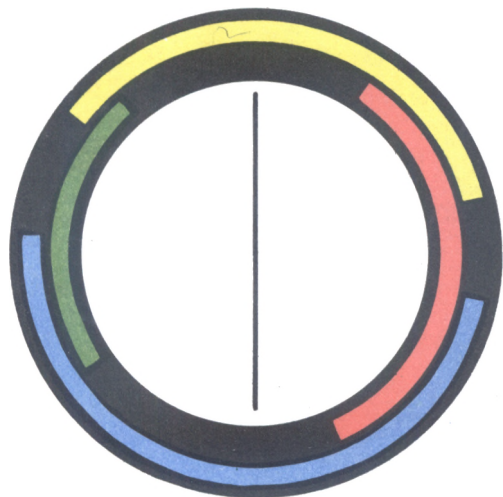
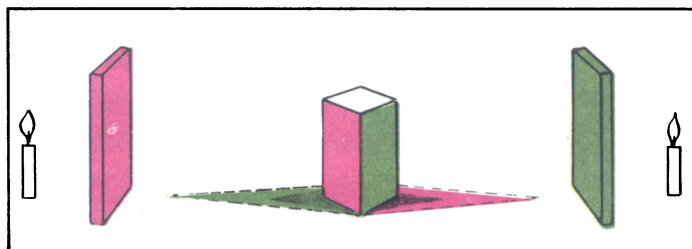


Рис. 51. Области влияния четырех цветов, воспринимаемых оптически однородными. В зонах их пересечения возникают оранжевый, фиолетовый, зелено-синий и желто-зеленый цвета, являющиеся двухцветными визуально неоднородными

Рис. 49. Последовательный образ от красного пятна будет различным в зависимости от того, на каком фоне расположено красное пятно и на каком фоне появляется последовательный образ

Рис. 50. При двойном освещении разного цвета возникают цветные тени



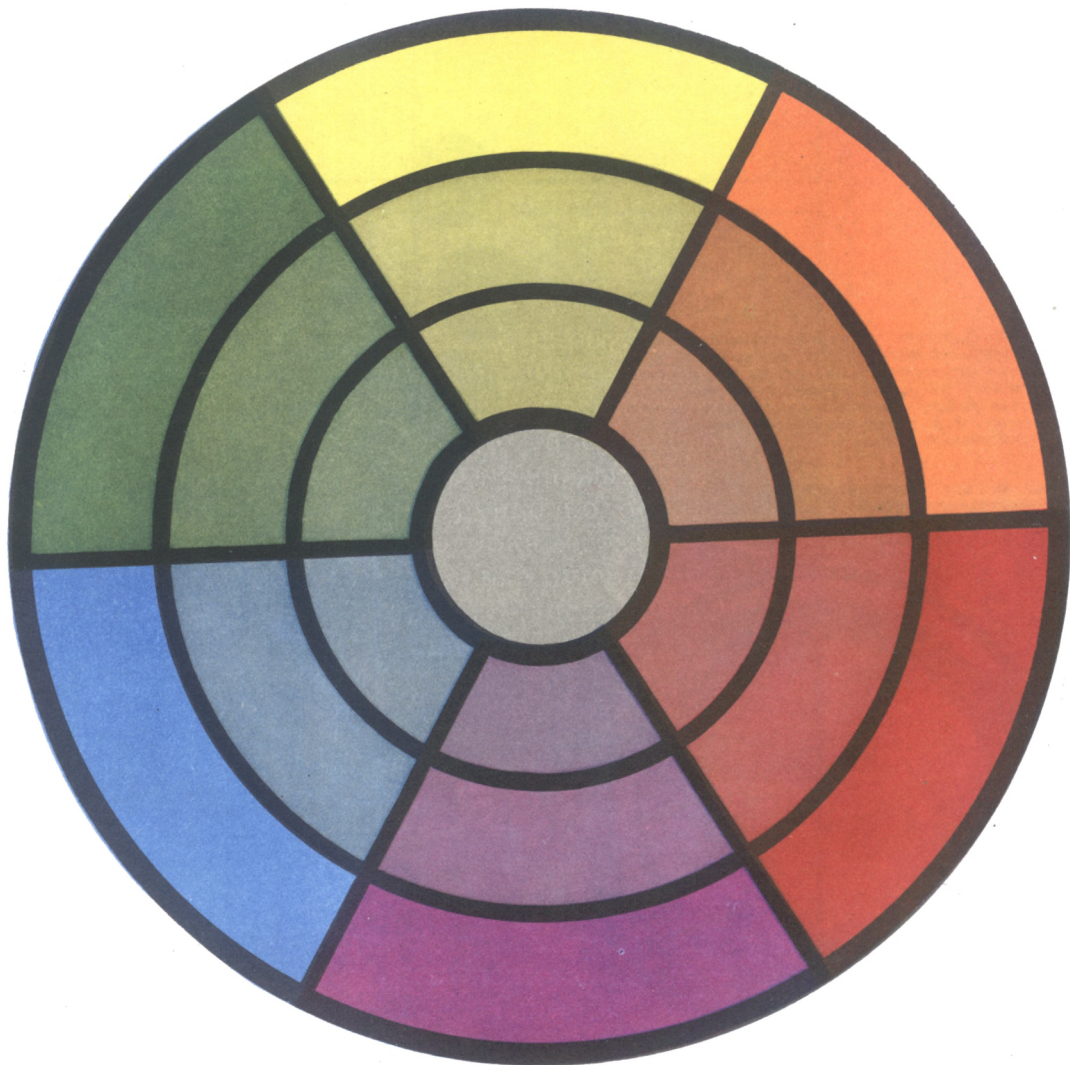


Рис. 53. Кольца, характеризующие чистоту цвета в цветовой таблице TGL (схема). К центру цвета становятся все менее насыщенными

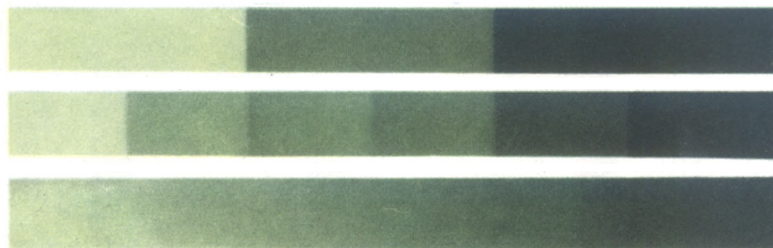


Рис. 52. Цветовые ряды: непрерывный, с малыми и большими ступенями

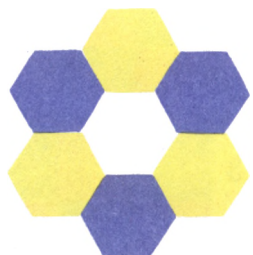
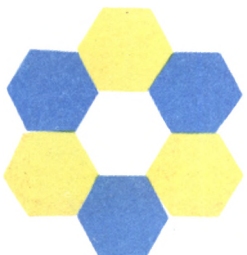
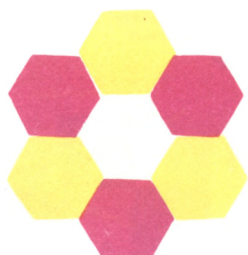
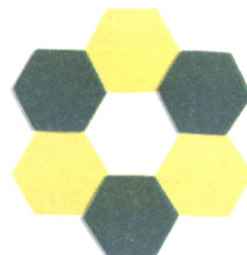
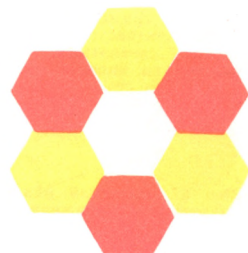
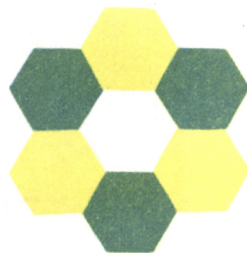
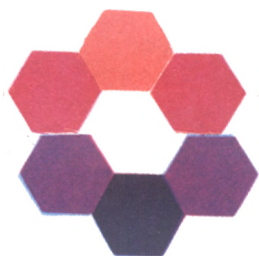
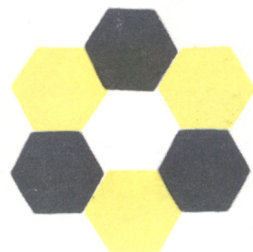
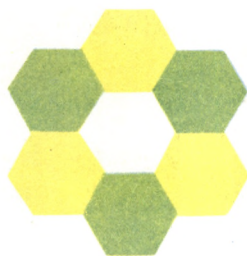
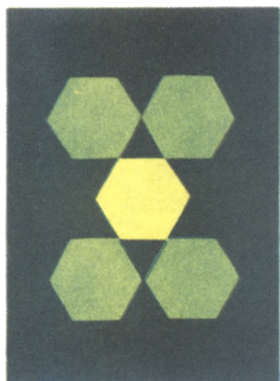


Рис. 55. Различное взаиморасположение цветных поверхностей



Рис. 56. Цвет и взаиморасположение цветных поверхностей в цветовом сочетании

Рис. 54. Различные сочетания внутри цветового круга на примере желтого цвета

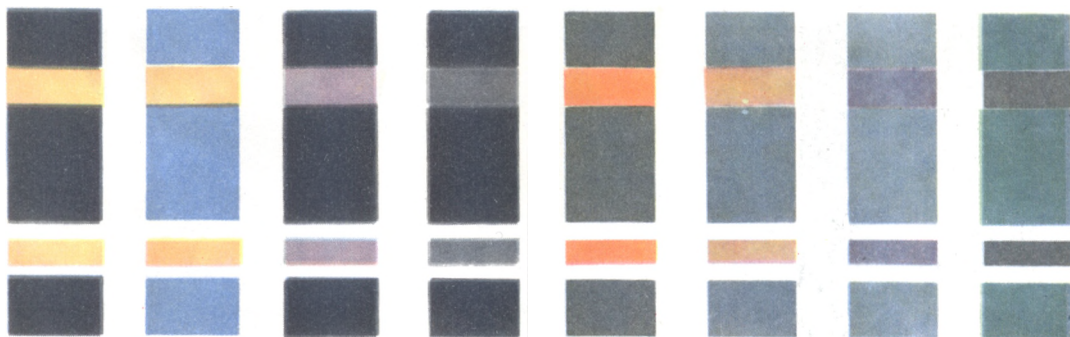


Рис. 58. Примеры различных видов контрастов — хроматических, светлотных и контрастов по чистоте цвета

Рис. 57. Цветовой ряд—гармоничный и динамичный

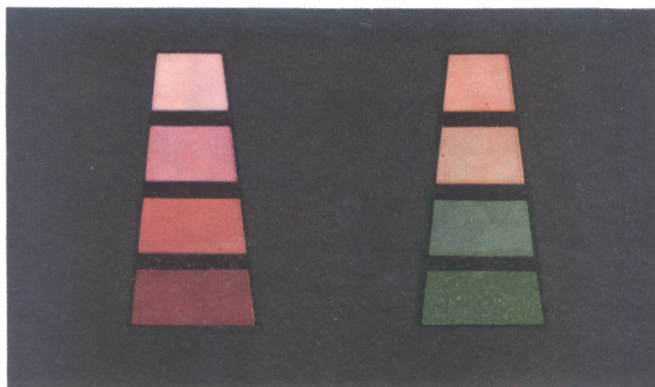


Рис. 59. Сочетание двух дополнительных цветов различной светлоты воспринимается различно



Рис. 60. Полюса: активный — пассивный; теплый — холодный

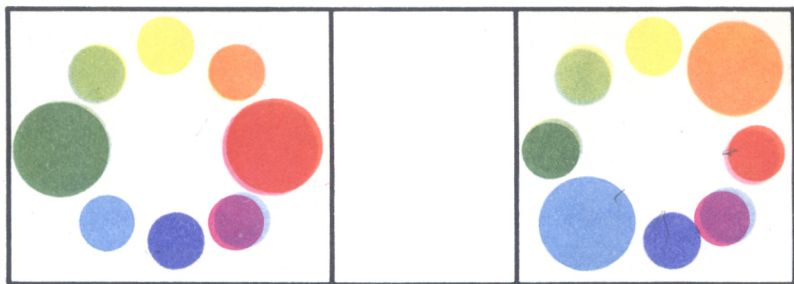


Рис. 61. Статичное сочетание цветов

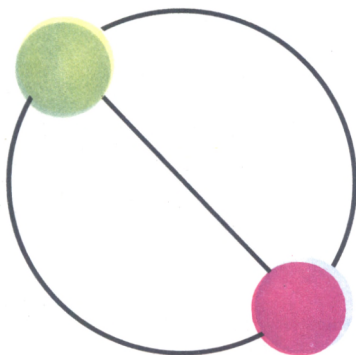


Рис. 62. Динамичное цветовое сочетание

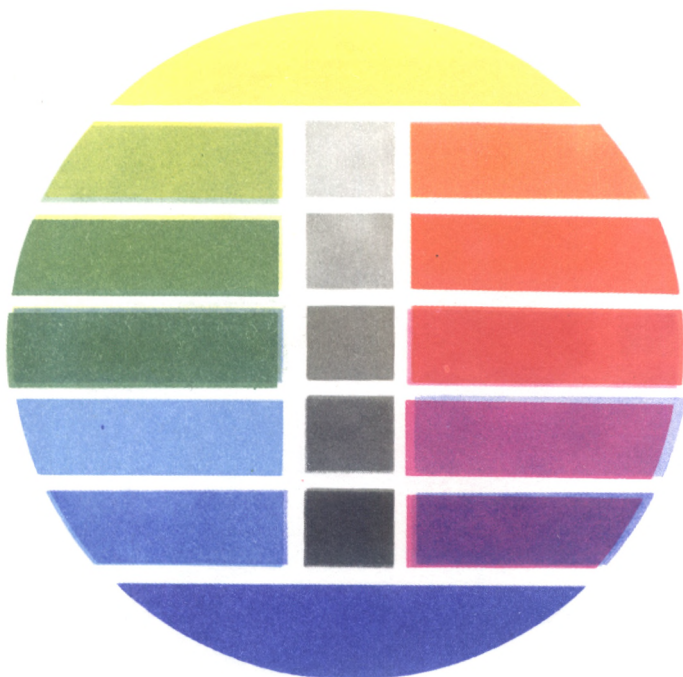
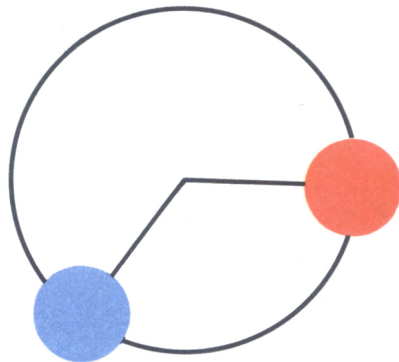


Рис. 63. Расположение цветов в цветовом круге с учетом их светлоты и насыщенности



Рис. 64. Желтый и синий цвета разлагаются на дифференцированный ряд цветов одинаковой светлоты и чистоты



Рис. 65. Сочетания одинаковых по светлоте цветов различного цветового тона нуждаются в контурах, подчеркивающих границы цветов

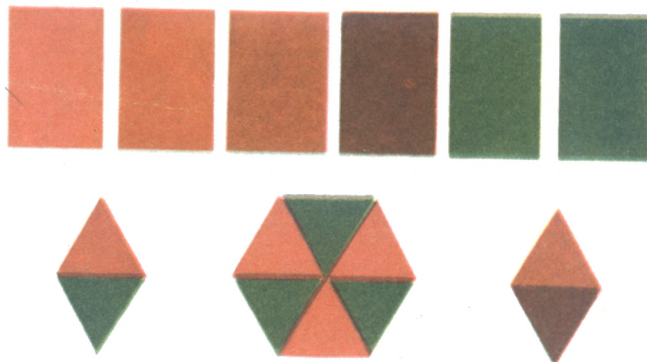


Рис. 66. Сочетания различных по светлоте цветов различного цветового тона не нуждаются в контурах.

Рис. 68. Большая поверхность светло-синего цвета уравновешивается малой поверхностью красного цвета

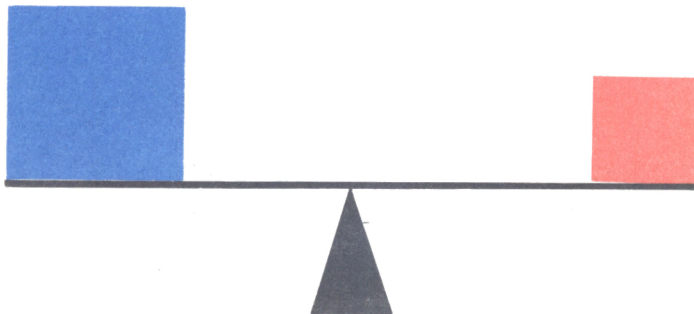
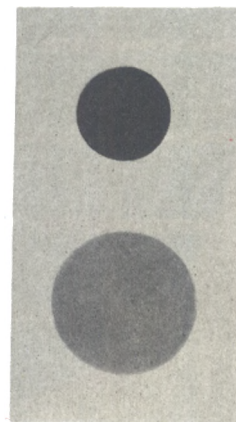


Рис. 67. Большая светлая и меньшая темная поверхности оптически уравновешивают друг друга



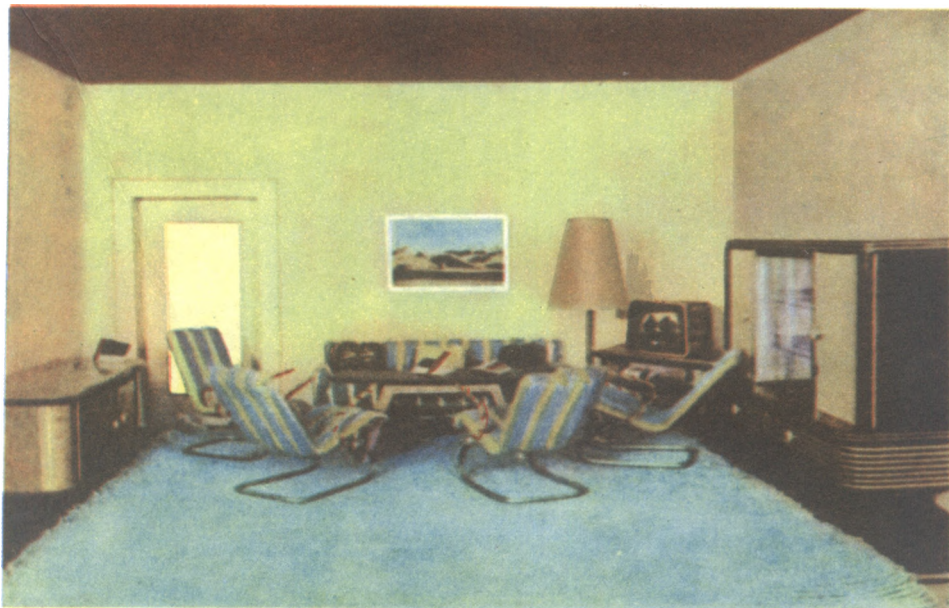


Рис. 69. Доминирующим по цвету в помещении является потолок

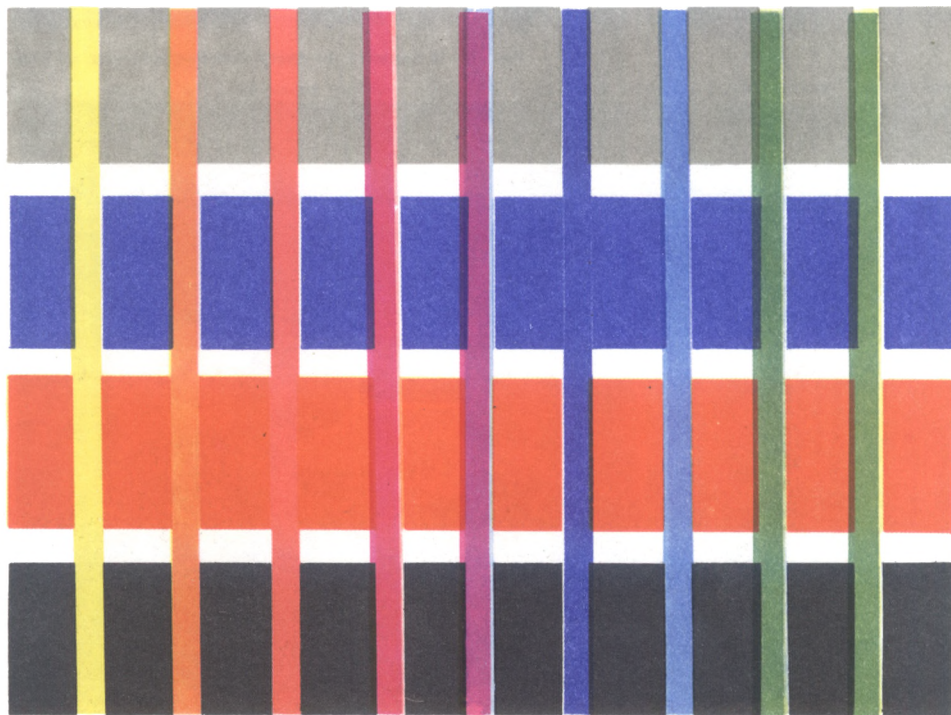
Рис. 70. В комнате по цвету доминирует одна из стен





Рис. 71. В комнате по цвету доминирует группа мебели

Рис. 72. Восприятие различных цветов в зависимости от их фона



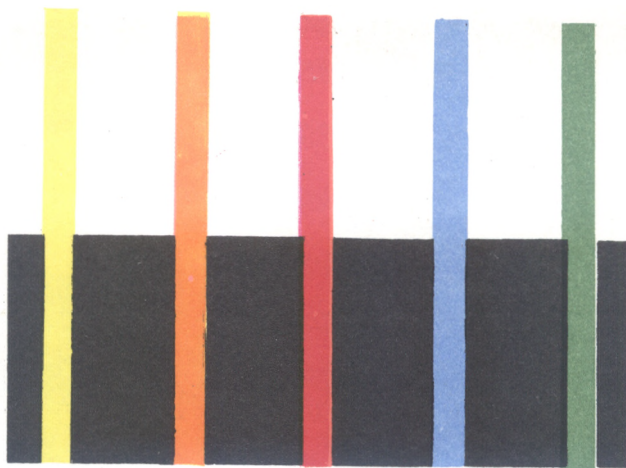


Рис. 73. Черный цвет фона увеличивает чистоту и субъективную яркость цвета; на белом фоне цвет кажется более темным и менее чистым

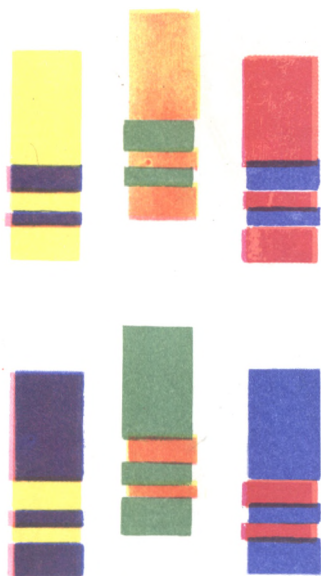
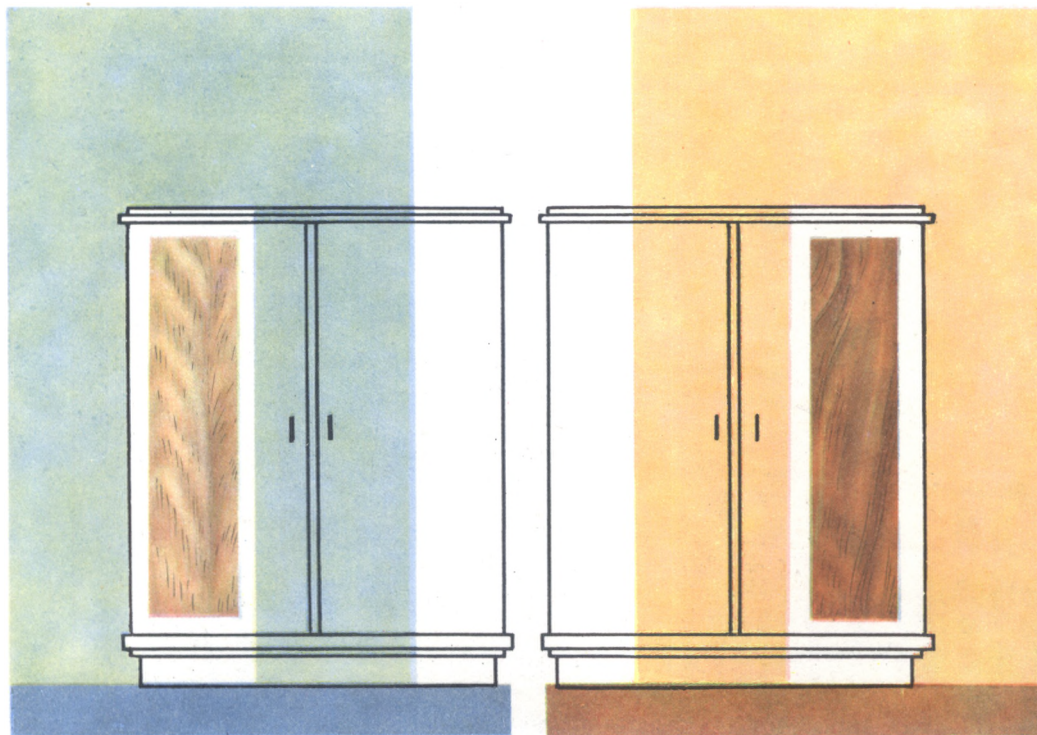


Рис. 74. Более пассивный цвет обогащается активным

Рис. 75. Воздействие цвета в интерьере в значительной степени зависит от того, насколько удачно сочетается цвет стен с цветом дерева мебели



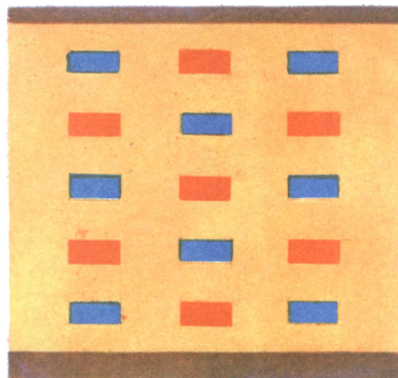
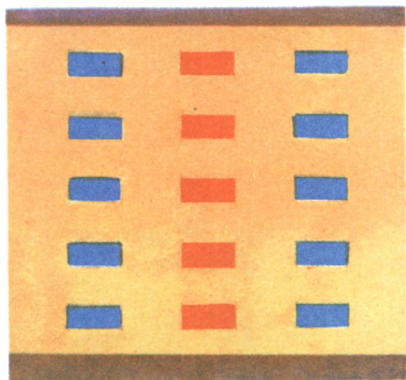


Рис. 76. Окрашенные в различные цвета балконы можно расположить вертикальными рядами или чередованием цвета в одном ряду



Рис. 77. На фоне леса теплые цвета выглядят лучше, чем холодные

Рис. 78. Монохромное решение здания Лейпцигского оперного театра

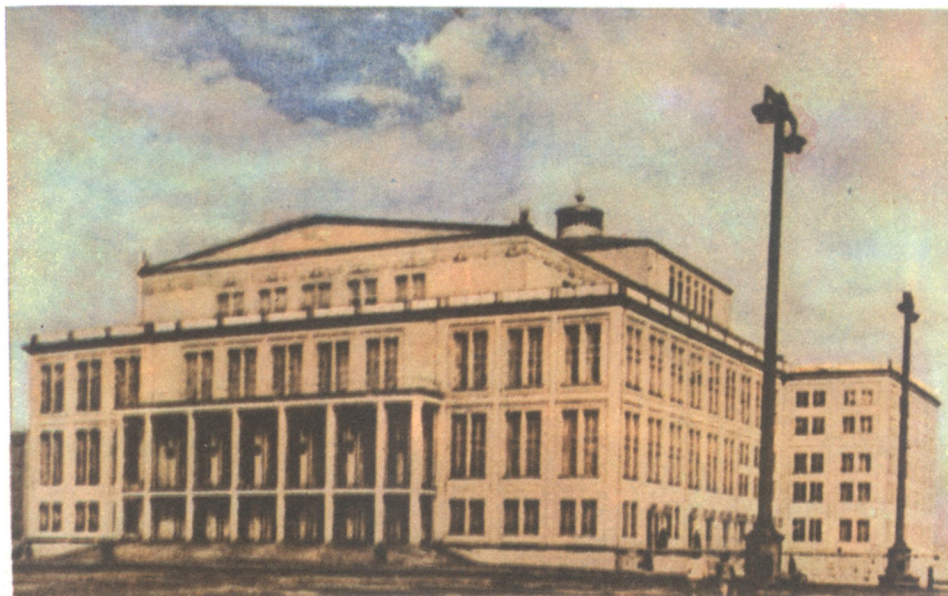




Рис. 79. Комната отдыха в здании Лейпцигского оперного театра



Рис. 80. Большой балетный зал в здании Лейпцигского оперного театра

Рис. 81. Кафе в здании Лейпцигского оперного театра

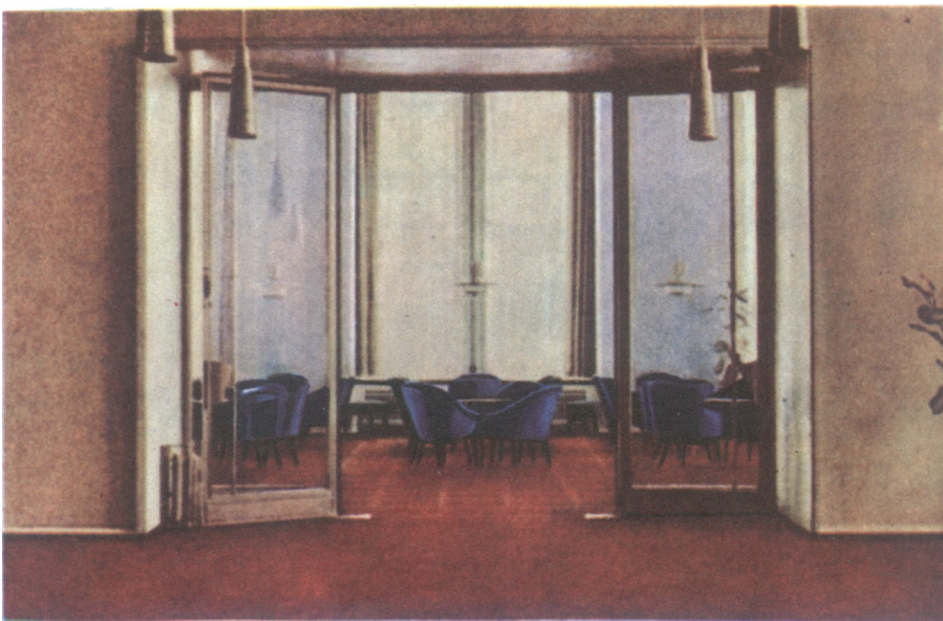




Рис. 84. Палата для больных сердечными заболеваниями детей (университетская клиника в Лейпциге)

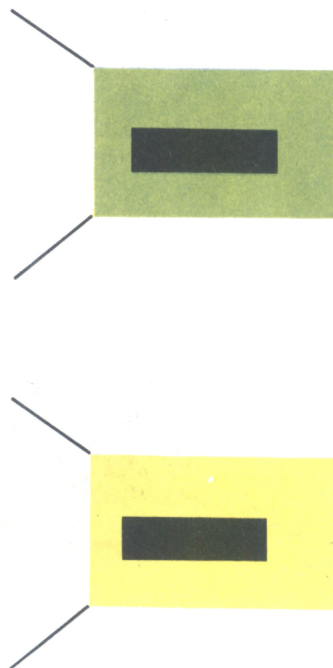


Рис. 82. Цветовой контраст между классной доской и стеной. Темно-зеленый цвет доски на светло-зеленом фоне стены производит оптически благоприятное впечатление; черный цвет доски на фоне желтой стены производит неблагоприятное воздействие и утомляет

Рис. 83. Красный цвет более всего выделяется на фоне зеленого цвета



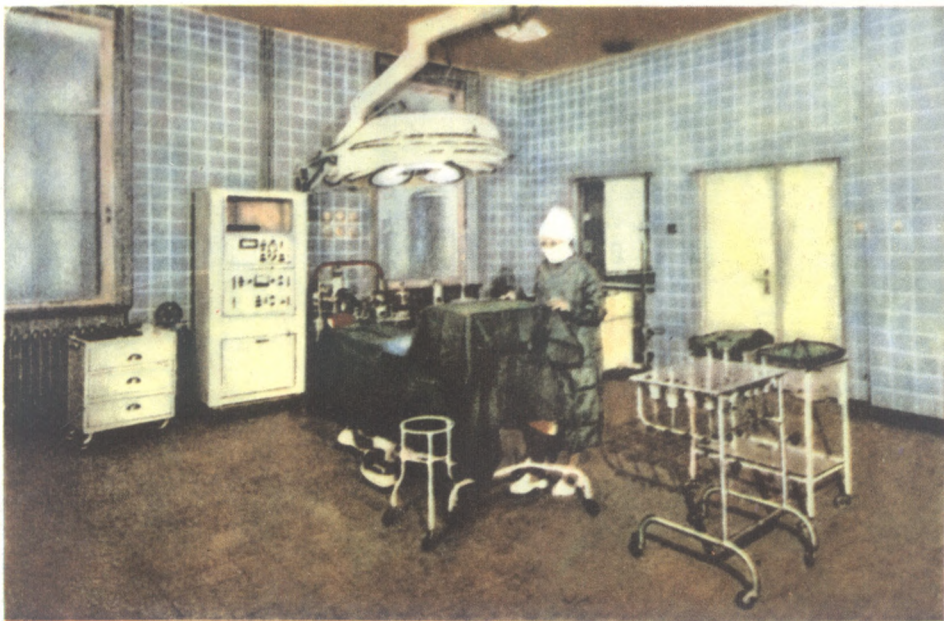


Рис. 85. Цветовое решение операционного зала университетской клиники в г. Лейпциге. Для белья выбран темно-зеленый цвет, для стен — средний по светлоте сине-серый цвет

Рис. 86. Двери помещений, вход в которые допускается только по специальному разрешению, целесообразно окрашивать в красный цвет

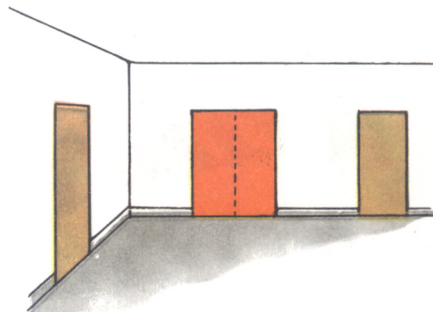


Рис. 88. Нанесенные на полу полосы указывают путь в главные помещения

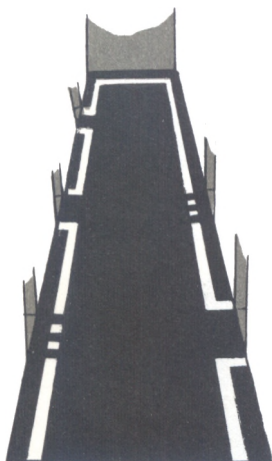


Рис. 87. Металлические конструкции в производственных цехах должны выглядеть легкими и светлыми, а не темными и тяжелыми

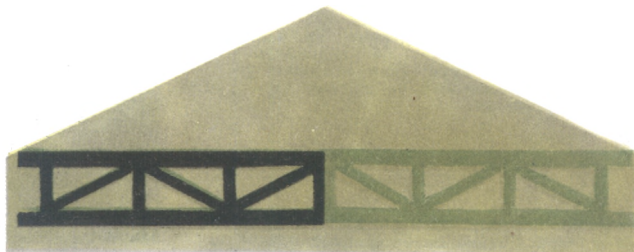




Рис. 89. Освещение рабочего места точечным источником создает резкие тени, утомляющие зрение



Рис. 90. Рассеянный свет на рабочем месте хорошо освещает детали



Рис. 91. Алюминиевые детали на красноватом фоне различимы лучше, чем на сером



Рис. 92. Желто-черные полосы предупреждают об опасности травмирования (так окрашиваются, например, подвижные части крана)

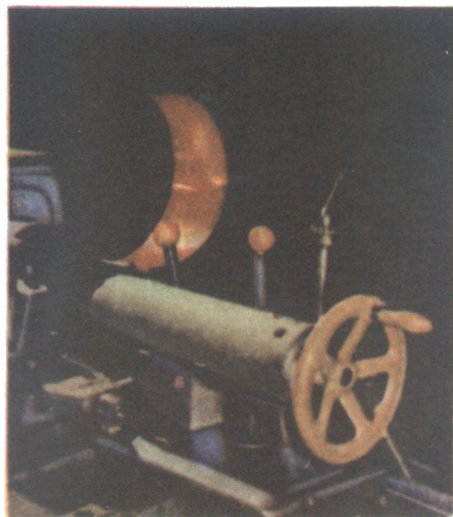


Рис. 93. Оранжево-красный цвет применяют для окраски деталей машин (например, защитных крышек), обслуживание которых связано с опасностью

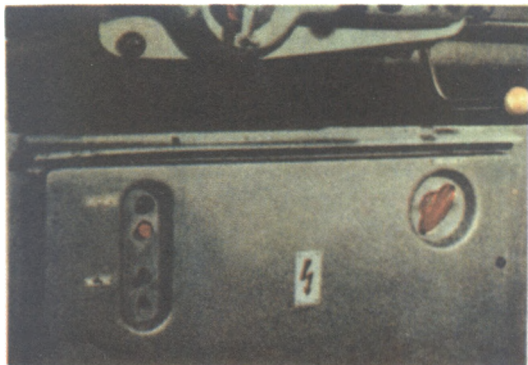


Рис. 94. Главный выключатель на серо-зеленой машине имеет красный цвет

