

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ

С.П. Ломов
С.А. Аманжолов

ЦВЕТОВЕДЕНИЕ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по педагогическому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Изобразительное искусство», «Декоративно-прикладное искусство» и «Дизайн»



Москва



2015

УДК 73/76+004.5
ББК 85.1/74.5
Л75

Рецензенты:

Корешков В.В. — доктор педагогических наук, профессор,
декан факультета ИЗО и дизайна МГПУ;
Игнатьев С.Е. — доктор педагогических наук, профессор, МПГУ

Ломов С.П., Аманжолов С.А.

Л75 Цветоведение: Учебн. пособие для вузов, по спец. «Изобразит. искусство», «Декоративно-прикладное искусство» и «Дизайн» / С.П. Ломов, С.А. Аманжолов. — М. : Гуманитарный изд. центр ВЛАДОС, 2015. — 144 с. : ил.

ISBN 978-5-691-02103-9

Агентство СІР РГБ.

Учебное пособие посвящено цветоведению — одному из важных составляющих учебно-творческого процесса для художественных специальностей. В книге раскрываются теоретические вопросы, необходимые для анализа концептуальных теорий цвета, а также демонстрируются технологические особенности психологии и физиологии цвета, ориентированные на полноту научного описания изучаемого объекта. В учебном пособии представлен полный курс лекций, учебно-методический и иллюстративный материал.

Издание адресовано студентам, магистрантам и преподавателям художественных учебных заведений высшего профессионального образования.

УДК 73/76+004.5

ББК 85.1/74.5

© Ломов С.П., Аманжолов С.А., 2014

© ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2014

© Художественное оформление. ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2014

ISBN 978-5-691-02103-9

Учебное издание

Ломов Станислав Петрович
Аманжолов Сейткали Абдикадырович

ЦВЕТОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Изобразительное искусство», «Декоративно-прикладное искусство» и «Дизайн»

Лицензия ИД № 03115 от 10.11.2000.

Подписано в печать 04.06.2014. Формат 70×90/16.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,53 + 0,59 вкл.

Тираж 10 000 экз. (1-й завод 1–500 экз.). Заказ №

Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС.

119571, Москва, а/я 19.

Тел./факс: (495) 984-40-21, 984-40-22, 940-82-54

E-mail: vlados@dol.ru

http://www.vlados.ru

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая типография»

Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д.1

Сайт: www.chpd.ru, E-mail: sales@chpk.ru, 8(495)988-63-87

Содержание

<i>Введение</i>	4
Глава I. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ТЕОРИЙ ЦВЕТА.	6
1. Физика цвета	9
2. Химия цвета	21
3. Математика цвета	46
Глава II. ПСИХОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЦВЕТА	48
1. Психологическая характеристика красного цвета	51
2. Психологическая характеристика синего цвета	54
3. Психологическая характеристика зеленого цвета	58
4. Психологическая характеристика желтого цвета	60
5. Психологическая характеристика коричневого цвета.	64
6. Психологическая характеристика серого цвета	65
7. Психологическая характеристика белого и черного цветов	67
Глава III. КОЛОРИМЕТРИЯ ЦВЕТА.	68
Глава IV. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ЦВЕТОВЕДЕНИЮ.	70
1. Живописные характеристики цвета	70
2. Ахроматическая гамма.	79
3. Монохромная гамма.	82
4. Сочетания двух цветов	86
5. Закономерности смешения цветов и процессы цветообразования	92
6. Гармония цветов	103
7. Гармонизатор «цветовой шар»	105
8. Гармонизатор по коллекции цветов.	108
9. Подвижный гармонизатор «Набор шкал»	113
10. Колористическая композиция	115
11. Цветовая статика	118
12. Цветовая динамика.	119
13. Тональная динамика	120
14. Цветовое равновесие.	121
Глава V. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЦВЕТА.	124
Контрасты.	128
Приложения	131
Приложение 1. Примерная программа по направлениям подготовки обучающихся.	131
Приложение 2. Примерные практические занятия и самостоятельная работа по специальностям подготовки	132
Приложение 3. Пигменты и краски.	135
Приложение 4. Словник на определение цвета	136
Приложение 5. Словник художника-живописца.	138
Приложение 6. Словник народных названий цветов	139
Основные понятия и определения	142
<i>Литература</i>	144

Введение

Практически каждый человек, по роду своей деятельности связан с цветом. Работа на производстве, благоустройство быта, подбирая себе и своим близким одежду, украшения жилища он в той или иной степени сталкивается с проблемой гармонизации цвета. Для этого ему нужны элементарные знания о цвете, а специалисту, который непосредственно связан с цветовой гармонией, нужна хорошая теоретическая база о цветовом строе. Художник-педагог тем более не может отказаться от теории, хотя в творческой деятельности, работая интуитивно и преследуя собственные эстетические цели, он может отходить от теории о цвете или же дополнять ее новыми открытиями. Смысл живописной подготовки художника-педагога заключается в том, чтобы научить студента воссоздать цвета в их гармоничном сочетании по возможности точно в системе учебных заданий и упражнений. Кроме того, основной, базовой задачей является задача вооружения будущего специалиста прочной надежной теорией о цвете.

Любой процесс воспроизведения цвета непосредственно связан с процессом смешения красок. Это относится к любой цветовой продук-

ции — цветной фотографии, цветной печати, и безусловно к творчеству художников, работающих с натуры. Для нас определяющим фактором является реальное воспроизведение цветов. А что же означает «реальное воспроизведение цветов»? Ведь возможности воспроизведения цвета часто ограничены, и цвета не только в природе, но и на полотнах, могут меняться самым разным образом, например, под воздействием света, температуры, индивидуальных особенностей и т.п.

Однако вернемся к вопросу о воспроизведении реального цвета. Если посмотреть через лупу на экран телевизора, то мы увидим точки: красного, зеленого и голубого цветов, которые точнее называются оранжево-красный, зеленый и фиолетово-голубой, хотя в живописи существуют три основных цвета — желтый, красный и синий. (CD: цв. ил. 1)

В цветной фотографии, напротив, мы имеем дело с первичными цветами: желтым, пурпурным и голубовато-зеленым, которые иногда называются желтый, пурпурный и сине-голубой.

Печатник обозначит свои первичные цвета как желтый, красный, голубой и черный. Если посмотреть через

лупу на четырехцветную печатную страницу, то можно увидеть элементы цвета, которые называются: белый, желтый, красно-пурпурный, голубой, фиолетово-голубой, зеленый, оранжево-красный и черный.

Если пересчитать тюбики с краской в этюднике художника, то может оказаться, что там более разных цветов, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью.

Мы сталкиваемся с проблемой разнообразных способов смешения цветов. Тот, кто хочет овладеть процессом воспроизведения цвета, должен знать эти способы смешения цветов, чтобы достичь желаемого результата.

Таким образом, практически подтвержденная теория цвета необходима всем. Прежде чем приступить к изучению теории, важно изучить ее

с точки зрения педагогики и дидактики усвоения учебного материала.

1. При освоении практического цветоведения необходимо изучить историю развития теории цвета; хорошо знать концептуальные основы цветоведения – науки о цвете.

2. Не следует пользоваться в теории о цвете бытовыми понятиями. Используемые названия цветов должны быть однозначными, единственными и научно обоснованными.

3. Теоретические основы цветоведения должны быть подкреплены практическими заданиями и упражнениями.

Наукой о цвете изучено много аспектов, интересующих художников. К ним относятся: изменение цветов от освещения, от удаления, под влиянием соседних цветов, смешение красок и многие другие. (CD: цв. ил. 1–4)

Авторы

Глава I

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ТЕОРИЙ ЦВЕТА

С древних времен ученые пытались объяснить природу цвета. Однако вплоть до 1660-х годов. Существовали самые неправдоподобные теории этого явления.

Еще *Аристотель* (384–322 годы до нашей эры) считал, что причиной возникновения цветов является смешение света с темнотой. Подобные теории выдвигались и значительно позднее такими учеными, как *Рене Декарт* (1596–1650), *Иоган Кеплер* (1571–1630), *Роберт Гук* (1635–1703).

Причину цвета многие ученые того времени связывали со свойствами самого света, а не с работой глаза.

В 1664–1668 годах *Исаак Ньютон* (1643–1727) провел серию опытов по изучению солнечного света и причин возникновения цветов. Результаты исследований были опубликованы в 1672 году под названием «Новая теория света и цветов». Этой работой Ньютон заложил основу современных научных представлений о цвете.

Хотя с тех пор наука о цвете получила большое развитие, многие положения, установленные Ньютоном, не утратили своего значения до наших дней, поэтому, стоит рассмотреть их более подробно.

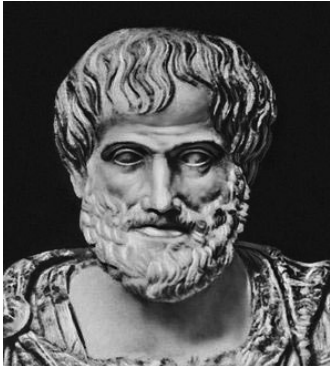
Впервые наиболее близко к объяснению трехцветной природы зрения подошел великий русский ученый *М.В. Ломоносов* (1711–1765), в своем сочинении «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах пред-

ставляющую» прочитанном в Императорской академии наук» (1756).

Но только *Томас Юнг* (1773–1829), английский физик и врач в 1802 году впервые объяснил многообразие воспринимаемых цветов строением глаза. Юнг считал, что в глазу находятся три вида светочувствительных окончаний нервных волокон. Действие света приводит к их раздражению. При раздражении волокон каждого отдельного вида возникают ощущения красного, зеленого и фиолетового цвета. При раздражении нервных волокон всех видов возникают ощущения всевозможных цветов, которые можно рассматривать как смеси трех цветов основных раздражений.

Юнг первый правильно назвал одну из триад основных цветов: красного, зеленого, фиолетового. Для определения сложных цветов он предложил пользоваться графиком, подобным цветовому кругу, но имеющим форму конуса, в вершинах которого находятся точки трех основных цветов.

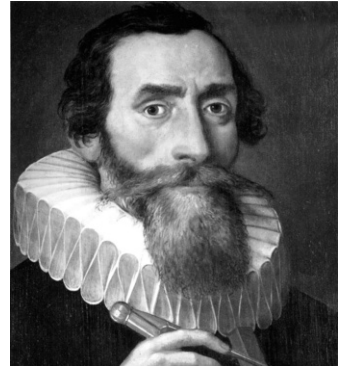
Свое подтверждение и дальнейшее развитие трехцветная теория получила в середине XIX века в научных работах *Германа Гельмгольца* (1821–1894). Немецкий физик и физиолог, впервые дал математическую формулировку закона сохранения энергии и *Джеймса Клерка Максвелла* (1831–1879), английского физика, открывшего электромагнитную природу света.



Аристотель



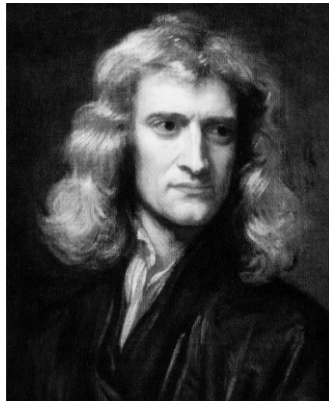
Рене Декарт



Иоган Кеплер



Роберт Гук



Исаак Ньютон



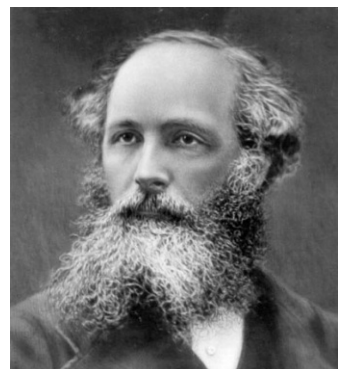
М.В. Ломоносов



Томас Юнг



Герман Гельмгольц



Джеймс Клерк Максвелл

После Максвелла многие исследователи проводили измерения для выражения всех спектральных цветов количествами трех основных. Достаточно точные данные были получены в конце 1920-х годов *В.Д. Райтом* и *Дж. Гилдом*, которые выполняли свои измерения независимо друг от друга.

В качестве излучений трех основных цветов они брали совершенно разные излучения: в опытах В.Д. Райта это были однородные излучения, в опытах Дж. Гилда — сложные излучения, проходящие через светофильтры. Их опытные данные после пересчета на единую триаду основных цветов совпали. В 1931 году Конгресс МОК (Международная осветительная комиссия) принял эти данные в качестве основы для международных систем измерения цветов RGB и XYZ. Система XYZ остается до сего времени основной практической системой измерения цветов.

Ученые рассчитали спектральные чувствительности трех приемников глаза. В 1947 году *Рагнаф Артур Гранит* (1900–1991) провел опыты на живых глазах животных, обладающих цветовым зрением. В результате исследования он обнаружил наличие в глазах животных трех видов приемников: сине-, зелено- и красно-чувствительных. Таким образом, подтвердилась трехцветная теория Юнга, которая хотя и была достоверной, но все еще оставалась гипотезой.

Попытки применить на практике научные открытия в области природы цвета предпринимались еще на

основании работ Ньютона. Так, через три года после его смерти (в 1730) французский гравер *Я.Ф. Ле Блон* пытался получить многоцветные гравюры, используя семь основных цветов Ньютона. Однако он убедился, что при этом можно ограничиться всего тремя цветами.

В 1855 году *Максвелл* впервые указал на возможность применения принципов трехцветной теории зрения в практике воспроизведения цветных изображений. В 1861 году он впервые продемонстрировал цветную фотографию, полученную трехцветным способом. Эта фотография была получена аддитивным смешением.

В конце XIX века *Луи Артур Дюко дю Орон* (1837–1920) разработал принципы цветовой субтрактивной репродукции, включая схему современного способа цветной фотографии на трехслойных пленках и цветной печати.

Однако общий уровень развития техники того времени не позволял широко их применить. Раньше других способов начала применяться на практике цветная печать (в конце XIX — начале XX века).

Однако цветную печать скорее можно было отнести к искусству хромолитографии, чем к технике. Лишь в середине 1930-х годов началось освоение современных промышленных методов цветной печати и цветной фотографии, основанных на методах трехцветного воспроизведения.

В настоящее время эти методы нашли широчайшее применение в цветном телевидении и компьютерной технике. (CD: цв. ил. 5–6)

Цветоведение — наука молодая, определившаяся как самостоятельная отрасль знаний лишь в прошлом столетии, но вопросы цвета привлекали внимание исследователей давно. Выдающиеся художники и теоретики прошлого: *Ченнино Ченнини* (последняя треть XIV — середина XV века), *Леон Баттиста Альберти* (1404–1472), *Пьеро дела Франческо* (около 1420–1492), *Леонардо да Винчи* (1452–1519), *Джорджо Вазари* (1511–1574), *Джанпаоло Ломацио* (1538–1600), *Альбрехт Дюрер* (1471–1528), *Франциско Пачено* (1564–1654) в трактатах о живописи писали о цвете. Изучали цвет и такие корифеи

науки, как Э. Ньютон, М. Ломоносов, Г. Гельмгольц. Так М.В. Ломоносову принадлежит открытие трехцветной основы зрения, *Йоганн Вольфганг Гёте* (1749–1832) написал специальный труд «Учение о цветах».

С древних времен ученые пытались объяснить природу цвета, однако вплоть до 1660-х годов существовали самые неправдоподобные теории этого явления. В середине XVII века многие ученые причину цвета связывали со свойствами самого цвета, а не с другими особенностями (физическими, химическими, психологическими и др.).

1. Физика цвета

Наиболее близко к установлению трехцветной природы цвета подошел великий русский ученый М.В. Ломоносов, опубликовавший в 1756 году сочинение «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющую». Точное объяснение многообразия воспринимаемых цветов дано Т. Юнгом в 1802 году. Он считал, что в глазу находится три вида светочувствительных окончаний нервных волокон, вызывающих ощущение красного, зеленого и фиолетового цвета. При раздражении всех видов нервных волокон возникает ощущение других различных цветов.

Большой вклад в развитие науки о цвете внесли Г. Гельмгольц и Д. Максвелл. Гельмгольц провел опыты по оптическому смешению спектральных цветов и установил точные зависимо-

сти между отдельными спектральными цветами и их смесями. Он установил пары, дополнительных цветов, указав длину их волн, и объяснил различия в закономерностях при образовании цветов путем смешения излучений и смешения Максвелл, изучая закономерности оптического смешения цветов, выразил спектральные цвета через количество трех основных красок, используя однородные излучения: красный (длина волны 630 нм), зеленый (длина волны 528 нм), синий (длина волны 457 нм). Разработанные им принципы выражения цветов на трех основных цветах составляют основу современной колориметрии.

Максвелл впервые указал на возможность применения принципов трехцветной теории зрения в практике воспроизведения цветовых изо-

бражений. В 1861 году он продемонстрировал цветную фотографию, полученную трехцветным способом по методу аддитивного смешения.

Основы современных научных представлений о цвете заложены И. Ньютоном в опубликованной им в 1672 году работе «Новая теория света и цветов» Ньютон установил, что солнечный свет имеет сложный состав и состоит из излучений с различными показателями преломления. Он показал, что однородное излучение не может изменить своего первоначального цвета, каким бы преобразованием оно не подвергалось. Ньютон впервые провел деление науки о цвете на объективную (физическую) и субъективную, связанную с чувственным восприятием. Он пишет: «...лучи, если выражаться точно, не окрашены. В них нет ничего другого, кроме определенной силы или предрасположения к возбуждению того или иного цвета».

Ньютон дал правильное объяснение цветовых естественных тел, поверхностей предметов. Он отмечает, что цвета происходят от того, что некоторые естественные тела отражают одни сорта лучей, иные тела — другие сорта лучей обильнее, чем остальные. Сурик, например, отражает наиболее обильно наименее преломляемые лучи, создающие красный цвет, и поэтому кажется красным.

Ньютону принадлежат первые опыты по оптическому смешению цветов. Он впервые ввел цветовой график, получивший название цветového круга Ньютона и использовал его для систематизации цветов.

В начале 1866 году Ньютон купил призму «для наблюдения знаменитого явления цветов», как он сам выражался. И, конечно, он сразу поспешил воспроизвести это знаменитое явление. Ньютон любовался живыми и яркими цветами спектра. Но вот его внимание привлекла геометрическая форма полученного изображения. Через круглое отверстие в ставне яркий пучок солнечного света преломился к основанию призмы и на противоположной стене высветил яркое пятно, радужное и удлиненное. «Сравнивая длину окрашенного спектра с шириной, я нашел, что она примерно в пять раз больше. Диспропорция была так необычайна, что возбудила во мне более чем простое любопытство узнать, отчего это происходит».

До Ньютона экспериментального метода еще не существовало: не было исследований, имеющих целью согласовать исходную гипотезу с результатами наблюдений путем многократного повторения разных опытов и соответствующей модификации рабочей гипотезы.

Ньютон с великой изобретательностью и терпением проделал сотни опытов. Шаг за шагом, ставя все новые и новые эксперименты. Он избавился от старых представлений и пришел к утверждению: причина спектра — в различной преломляемости лучей света. Солнечный свет неоднороден и состоит из лучей различной преломляемости. При этом оказалось, что синие лучи более преломляемы, чем красные.



Ил. 1. Схема одного из опытов запечатлена на старинной гравюре

Ньютон выяснил: каждый цвет вполне определяется тем, как луч определенного цвета преломляется призмой, т.е. цвет — это характеристика степени преломления луча.

1. Белый цвет — смесь разноцветных лучей, которые существуют изначально, а не возникают при наблюдении.

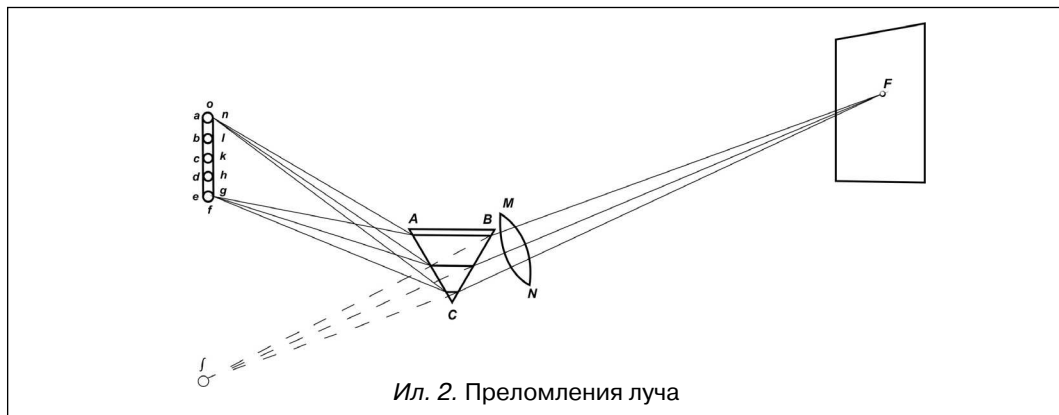
2. Призма разделяет цвета потому, что в результате преломления лучи разных цветов выходят из нее под разными углами. При этом угол пре-

ломления возрастает от красного цвета к фиолетовому.

3. Отдельный цветной луч, вышедший из призмы, не расщепляется повторно другой призмой.

4. Разные цвета никак не связаны с интенсивностью света: например, слабый голубой цвет отличается от яркого синего цвета.

5. Наконец, при смешении всех цветов, полученных разложением белого света, мы вновь получаем белый — этот



Ил. 2. Преломления луча

факт Ньютон проверял многократно, разными способами. Один из них состоит в пропускании пучка белого света через комбинацию двух призм, поставленных подряд с поворотом на 180° , вторая призма смешивает цвета, разложенные первой.

Другой способ — это известный диск Ньютона, семь равных спектров которого раскрашены в семь цветов радуги. При быстром вращении диска возникает иллюзия белого цвета ввиду способности сетчатки глаза хранить изображение в течение некоторого времени ($\sim 0,1$ с).

Используя быстро вращающийся различно окрашенный диск, можно оптически смешивать цвета. Если одну часть диска окрасить в один цвет, например, в красный, а другую часть — в другой, например, в желтый, то при быстром его вращении оба цвета сольются в оранжевый. Изучение оптического смешения показало, что ко всякому хроматическому цвету можно подобрать такой второй хроматический цвет, который в смеси с первым в определенном количественном отношении дает ахроматический цвет.

Такие цвета называются *взаимно-дополнительными* цветами (если первый дополнителен второму, то второй дополнителен первому). К красному дополнителен зелено-голубой, к оранжевому — голубой, к желтому — синий, к желто-зеленому — фиолетовый, к зеленому — пурпурный.

Можно использовать цветовой круг, в котором дополнительные цвета лежат друг против друга, а красный, желтый, зеленый и синий цвета делят

его на четыре равные части. Все пары дополнительных цветов в таком круге будут лежать на концах диаметров. Допустим, требуется найти дополнительный цвет к голубо-синему цвету. Голубо-синий в цветовом круге лежит между голубым и синим, а дополнительный ему — на противоположном конце диаметра, между оранжевым и желтым. Значит, дополнительным к голубо-синему будет оранжево-желтый. При смешении недополнительных цветов получаются цвета промежуточных цветовых тонов (желтый и красный дают оранжевый; желтый и зеленый — желто-зеленый; синий и красный — фиолетовый). Цвета всех цветовых тонов можно получить путем оптического смешения в разных пропорциях всего лишь трех цветов: красного, желтого и синего. Эти три цвета являются *основными цветами*. (СД: цв. ил. 7)

К ахроматическим цветам относятся: белый, черный и между ними серый. У них нет атрибутов цветового тона и насыщенности.

К хроматическим цветам относятся все, что мы воспринимаем, как имеющее «цвет»; все, отличное от белого, серого или черного. (СД: цв. ил. 8)

Результаты оптического смешения не зависят от того, каков спектральный состав смешиваемых цветов. (СД: цв. ил. 9) В этом коренное отличие оптического смешения от смешения красок. Оптическое смешение основано на том, что к одному цветовому возбуждению прибавляются другие: поэтому его называют слагательным.

Если оптически смешивать дополнительные цвета с избытком одного

из них (против того количества, которое требуется для получения ароматического), то получается цвет, преобладающий в смеси, но с пониженной насыщенностью. Например, смесь дополнительных цветов синего и желтого с количественным преобладанием синего будет серовато-синий. Насыщенность цвета оптической смеси тем меньше, чем менее насыщены смешиваемые цвета, чем больше они отличаются друг от друга по цветовому тону, тем дальше друг от друга они расположены в цветовом круге.

«Таким образом, — подтвердил Ньютон итоги своих опытов, — была открыта истинная причина длины изображения, которая заключалась в том, что свет состоит из лучей различной преломляемости...» Различная преломляемость лучей является характеристикой их цветности.

Впервые в истории оптики Ньютон поставил на место субъективного восприятия «цвета» объективную физическую характеристику цветности луча, вызывающего ощущение данного цвета. Он объявил цветность чем-то внутренне присущим данному лучу, не изменяющимся ни при каких обстоятельствах. «Я же нашел, — писал он в своих “Лекциях”, — что модификация света, от которой происходят цвета, врожденна свету, а не происходит при отражении или преломлении, или из качества тел, или каким-либо иным образом и не может быть разрушена или каким-либо способом изменена».

Установить точные градации цветов очень трудно, в среднем глаз человека различает 4000–6000 цвето-

вых оттенков. Ньютон принимает в качестве основных, или, как он выражается «первоначальных» цветов, семь, которые в порядке возрастающей преломляемости обозначаются им как красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, индиго и глубоко фиолетовый. Каждый такой первоначальный цвет является однородным не разложенным в отличие от белого. Однородный свет преломляется правильно без всякого расширения, расщепления или рассеяния лучей.

«Вид цвета и степень преломляемости, свойственные каждому отдельному сорту лучей, не изменяются ни преломлением, ни отражением от естественных тел, ни какой-либо иной причиной, которую я мог бы наблюдать. Если какой-нибудь сорт лучей был хорошо отделен от лучей другого рода, то после этого он упорно удерживал свою окраску, несмотря на мои крайние старания изменить ее», — в этом фундаментальном утверждении Ньютона заключается целая программа дальнейшего развития оптики:

1. Дать более четкую и определенную характеристику цветности луча, чем преломляемость;

2. Исследовать, действительно ли однородный луч при всех обстоятельствах сохраняет свою цветность.

Первая задача была разрешена развитием волновой оптики и спектроскопии: физической характеристикой цветности луча является частота колебаний или длина световой волны в вакууме. Вторая задача является предметом исследований современной квантовой оптики.

Сам Ньютон был первым, начавшим разработку намеченной им программы, пытаясь измерить цветность лучей, после многих безуспешных попыток Ньютон познакомился с наблюдениями Р. Гука (знаменитого современника Ньютона). Гук подметил, что характер окраски тонких пленок (мыльных пузырей, радужных нефтяных пятен на лужах и т.п.) зависит от ее толщины в данном месте. В результате Ньютон открыл закон, согласно которому окраска меняется с изменением толщины периодически, т.е. повторяется после изменения толщины на определенную величину. Этот закон Ньютон установил с помощью эксперимента, известного теперь как кольца Ньютона. (СД: цв. ил. 10) Освещая однородным светом два соприкасающихся стекла — выпуклое и плоское, Ньютон наблюдал, что там, где стекла касаются друг друга, «черное пятно», а вокруг него ряд концентрических светлых и темных

кругов, квадраты диаметров которых находятся в арифметической прогрессии. Другими словами, квадраты радиусов колец Ньютона пропорциональны толщинам воздушного слоя. Если вместо однородного использовать белый свет, то появляются цветные кольца. Ньютон, не подозревая об этом, своим опытом обнаружил волновую природу света (против которой выступал всю свою жизнь) и фактически был первым физиком, измерившим длину световых волн. Для человека длина волны видимого света составляет 380–760 нм¹ (например, изменение центра от фиолетового до красного цвета).

Насколько точны были измерения Ньютона, можно судить из (табл. 1).

Если учесть, что цвет Ньютон определял «на глаз», то совпадение с данными усовершенствованных измерительных приборов, полученными более 200 лет спустя, следует признать превосходным.

Таблица 1. Длина цветных волн по Ньютону в долях (нм)

Название цвета	Длина волны в десятиллионных долях по Ньютону	Длина волны по измерениям конца XIX века
Крайний фиолетовый	406	393
Между индиго и фиолетовым	439	426
Между синим и индиго	459	454
Между зеленым и синим	492	492
Между желтым и зеленым	532	536
Между оранжевым и желтым	571	587
Между красным и оранжевым	596	647
Крайний красный	645	760

¹ Нанометр (нм) — единица измерения длины в метрической системе, равная одной миллиардной части метра (т.е. 10⁻⁹ метра).

Цветовые круг и треугольник обладают и еще одним свойством: оптическое смешение трех основных цветов дает в итоге белый, а при палитре — черный или темно-серый цвет. Таким образом, три основных цвета при смешении образуют белый; поскольку каждые два цвета из основных могут быть представлены в смеси, как, например, желтый и красный — в оранжевый, то белый, т.е. ахроматический цвет можно получить смешиванием и двух цветов, находящихся на противоположных концах диаметра цветового круга. Расположение цветов в виде круга очень удобно и наглядно, оно широко применяется для объяснения многих закономерностей теории цвета.

В сущности, к системе цветов в виде круга, пришел и Гёте. Рассматривая свет через призму, он заметил цветовые линии на границе черного и белого. Это дало ему основание сделать вывод о том, что желтый и синий цвет соответствуют светлому и темному и являются первичными, так как возникли из противоположностей. Красный цвет он рассматривал как усиление желтого, фиолетовый — синего, а зеленый как результат их смешения. Пурпурный цвет по мнению Гёте, возникает путем дальнейшего усиления красного и фиолетового. В итоге у него несколько возникает цветовой круг, не отличающийся от круга Ньютона.

Теория системных признаков цвета

Цветовой круг и треугольник, однако, систематизировали лишь чистые, то есть спектральные цвета. По-

скольку каждый спектральный цвет может изменяться также по светлоте и насыщенности, то это потребовало создания такой модели, которая давала бы возможность учета изменения цветов и по этим параметрам. В 1772 году немецким ученым *Иоганном Генрихом Ламбертом* (1728–1777) была положена систематизация цветов в виде пирамиды, приблизительно отображающей изменения цвета так же по светлоте и насыщенности. (CD: цв. ил. 11)

В том же 1810 году, что и Гёте, опубликовал свою теорию цветов немецкий живописец романтической школы *Филипп Отто Рунге* (1777–1810), который в отличие от Гёте и других предшествовавших ему исследователей, строил свою теорию на опытах с пигментами, что делало его учение несколько более близким к живописной практике. Он считал основными три краски: желтую, синюю и красную, которые смешиванием между собой образуют оранжевую, фиолетовую и зеленую.

В итоге он получил те же шесть цветов, что и Гёте. Однако Гёте подходил к вопросу с философской точки зрения и считал, что оранжевый и фиолетовый возникают вследствие повышения напряженности желтого и красного. Рунге рассуждал более конкретно и объяснял вторичные цвета эмпирическим фактом смешения красок. К числу основных цветов Рунге также относил белый и черный, которые в трехмерной модели системы цветов находятся в полюсах шара. По экватору шара Рунге располагал

оптимально насыщенные цвета; изменения цвета по меридианам, по направлению к полюсам, он рассматривал как модификации по светлоте, а изменение каждого цветового тона по направлению к оси шара показывали изменения насыщенности. Трехмерная модель цветов Рунге послужила основой для всех последующих моделей.

Вильгельм Освальд (1853–1932) в своей научной деятельности много времени отводил исследованиям в области теории цвета. Он задумал изложить все учение о цвете в пяти томах:

1. Математическое учение о цвете;
2. Физическое учение о цвете;
3. Химическое учение о цвете;
4. Физиологическое учение о цвете;
5. Психологическое учение о цвете.

Однако, успел написать и издать лишь первые три тома.

Освальд, как и другие исследователи — его предшественники и современники, — стремился создать единую и легко обозримую классификацию цветов, удобную для практического применения. Наиболее интересную и ценную часть его работы представляет система классификации серых тонов. Он открыл, что равноступенный ахроматический ряд не может быть получен путем арифметического отношения частей черного и белого. То есть если к черной краске прибавлять последовательно $1/10$, $2/10$, $3/10$ и т.д. белой, то в результате получаемые градации серого тона не будут представлять равномерное увеличение светлоты. Для того чтобы получить равноступенный хро-

матический ряд, отношения черного и белого должны изменяться в логарифмической последовательности. (CD: цв. ил. 12–13)

В основу своей систематики хроматических цветов Освальд положил школу серых цветов и цветовой круг, который он разделил на 100 ступеней, обозначив их номерами от 00 до 99. (CD: цв. ил. 14)

Каждый из 100 цветов входил в равносторонний треугольник, вершины которого соответствовали чистому цвету, белому и черному. Смешение чистого цвета с белым образует конечный ряд «светлоясных» цветов, а соответствующее смешение с черным — ряд «темных» цветов, кроме того, показывал и смешение чистых цветов с разнообразными серыми тонами, получающимися в ряду. Таким образом, в целом получалась шкала так называемых «мутных» цветов, для изображения которой было уже недостаточно отрезков прямой, а необходима была плоская фигура. Каждый смешанный цвет внутри треугольника определялся следующим образом: на черно-белой стороне берется точка, представляющая серый цвет, от нее проводится прямая к хроматическому, тогда все точки на этой прямой будут обозначены в смеси хроматического с различными частями серого. Соединенные вместе сто таких треугольников образуют так называемое «цветовое тело».

Сечение этого тела, сделанное через вертикальную ось, дает два треугольника, представляющих взаимодополнительные цвета. Сечение

перпендикулярное оси, дает концентрические круги с равной примесью серого. (CD: цв. ил. 15)

Свою систематику цветов Освальд адресовал художникам. Им был составлен атлас, содержащий 2500 цветов, с указанием способа получения каждого из них смешением вполне определенных пигментов. В соответствии с его системой цветов было налажено производство наборов красок из 680 цветов и меньших наборов. Освальд видел в своей системе средство к решению разнообразных задач художественной практики; своей системой цвета он ставил себе цель нормировать цвета и тем облегчить их практическое применение. Однако его работа имеет, прежде всего, теоретическое значение, ибо всякая серьезно построенная система, многообразных явлений служит важнейшим этапом в познании природы этих явлений. Для художников его система цветов представляет интерес тем, что показывает наглядно возможные модификации цвета и взаимосвязь в одном тоне между хроматическими и ахроматическими началами.

Цветовое тело Освальда представляет собой систему эталонов, которые группируются не по цветовому тону и насыщенности, как это было у других ученых, а по цветовому тону, яркости, то есть по признакам, которые более важны для художественной практики, ибо «светлоясный» и «темноясный» освальдовские ряды соответствуют различной степени освещения поверхности. Недостаток его теории состоит в том, что он чрезмерно

но математизировал принципы сочетания цветов и стремился утвердить их как незыблемые нормы красоты.

В своей системе Освальд исходил из аналогии между цветом и звуком, считая, что поскольку в музыке не пользуются всеми возможными звуками, а обходятся лишь 12-ю тонами октавы, то можно так же и в живописи ограничиться определенным числом цветов. Все это весьма сомнительно, но его работа в области систематизации цвета имела немалое значение, ибо современная система колориметрии в значительной мере является дальнейшим развитием идеи освальдовского цветового тела.

Цвет (физическое) — различное число колебаний световых волн данного источника света воспринимается нашим глазом в виде определенных ощущений, которые мы называем цветовыми. Естественный цвет тел зависит от отражения одних лучей и поглощения других лучей спектра.

Цвет — одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как осознанное зрительное ощущение. Тот или иной цвет «присваивается» человеком объектам в процессе их зрительного восприятия.

Теория цвета

В 1676 г. Исаак Ньютон с помощью трёхгранной призмы разложил белый солнечный свет на цветовой спектр.

Ньютон показал, что белый свет состоит из всех цветов спектра. По мере развития волновой теории света стало ясно, что каждому цвету соот-

ветствует определенная частота световой волны. (СД: цв. ил. 16)

Каждый цвет спектра характеризуется своей длиной волны, т.е. он может быть совершенно точно задан длиной волны или частотой колебаний. Световые волны сами по себе не имеют цвета. Цвет возникает лишь при восприятии этих волн человеческим глазом и мозгом. В общем спектре электромагнитных излучений видимое излучение составляет очень небольшой процент. (СД: цв. ил. 17–18)

Цвет предметов возникает в процессе отражения и поглощения волн, главным образом, в процессе поглощения. Предметы сами по себе не имеют никакого цвета, цвет создается при их освещении. Все живописные краски являются пигментными. Это впитывающие (поглощающие) краски, их смешение происходит по правилам вычитания.

Приверженцы опытов Ньютона понятие цвета трактуют так: цвет — это свойство спектрального состава излучения (пропускания, отражения), вызывающее у человека особые зрительные ощущения.

Вместо ньютоновского механистического понимания взаимодействия как сложения и разложения элементов (цветов), логическая теорема Гёте моделирует диалектический синтез. Намеренно используя логические конструкции, соответствующие теперь общепринятым гегелевским понятиям: «противоположность», «единство», «качество», «отрицание отрицания», «возникновение нового» и т.п., описывающие не статику, а динамику,

процесс. Учение Гёте было по достоинству оценено Гегелем, ставшим его приверженцем и адвокатом против нападок последователей Ньютона.

Классификации цветов

Основная классификация цветов делит все цвета на хроматические и ахроматические. *Ахроматические* — это белый, черный и вся гамма оттенков серого. К *хроматическим* цветам относятся все цвета видимого спектра от красного до фиолетового и их оттенки. (СД: цв. ил. 19–20) Цвета делятся на теплые и холодные. Принято считать, что красный, оранжевый и желтый цвета — теплые, а зеленый, голубой, синий и фиолетовый — холодные. Но часто художники выделяют среди оттенков каждого цвета холодные и теплые. Например, холодный синий — ультрамарин, теплый синий — кобальт. (СД: цв. ил. 21)

Холодные и теплые цвета

Характеристики цвета

Характеристики цвета относятся к области физики и представляют собой качественно и количественно измеряемые световые стимулы, способные вызывать в организме человека физиологические процессы и через них — различные психические, эмоциональные реакции. Основными характеристиками цвета являются: светлота, цветовой тон, насыщенность и интенсивность, чистота цвета, температура цвета.

Светлота — качество, присущее как хроматическим, так и ахрома-

тическим цветам. Любой хроматический цвет можно сравнить по светлоте с ахроматическим цветом. Тон — количество света, заключенного в данном цвете. Тон есть степень насыщенности светом, а светлота — неотъемлемое качество любого цвета.

Цветовой тон — это общее понятие и скорее относится не к отдельному цветовому пятну, а к предмету в целом в нашем индивидуальном видении. Под цветовым тоном мы понимаем то, что позволяет нам любой хроматический цвет отнести по сходству к тому или иному цвету спектра. Оствальд понимал под насыщенностью отличие цвета от серого. В противоположность ему Гельмгольц рассматривал насыщенность как интенсивность цветового впечатления, скорее с чисто психологической стороны.

Интенсивность — это яркость цветового пятна, определенная количеством отражаемой энергии, а *насыщенность* определяется степенью цветности красочного пятна. Интенсивность цвета зависит как от его насыщенности, так и от светлоты. При равной насыщенности цветов более интенсивным будет более светлый, а при равной светлоте более интенсивным будет более насыщенный цвет. Часто насыщенность и чистота цвета толкуются как синонимы.

Под *чистой цвета* в цветоведении понимают отсутствие в том или ином цвете примесей других цветов или их оттенков. Чистота цвета — это скорее психологическое понятие, нежели физическое: «не чистый» оранжевый

тоже может быть представлен в спектре волнами определенной длины.

Цветовой круг Гёте

Гёте выделил три основных (первичных) цвета: красный, желтый и синий и три вторичных, полученных смешиванием первичных: оранжевый, зеленый и фиолетовый.

Более развернутая модель — 12-частный цветовой круг содержит не только основные и вторичные, но и третичные цвета. (CD: цв. ил. 22)

Цветовой круг Манселла

В 1905 году американский ученый *Элберт Хенри Манселл* (1858–1918) предложил свою цветовую систему, названную цветовой системой Манселла, определяющую три атрибута цвета: цветовой тон (hue), цветность (chroma) и величину или яркость (value). Цветовой тон у Манселла делится на пять основных цветов: красный, желтый, зеленый, синий, и пурпурный. (CD: цв. ил. 23) Кроме того, каждый цвет имеет 10 градаций. Величина яркости или темноты цвета, определяется в 11 шагов от белого до черного. Цветность, т.е. мера насыщенности (или чистоты цвета) разбита на 15 степеней.

Цветовой круг Освальда

В начале XX века немецким ученым Освальдом была предложена цветовая система, предполагающая восемь цветовых тонов с четырьмя базовыми цветами: желтый, ультрамаринный синий, красный и цвет морской волны (зеленый). Эти цвета да-

лее делятся, образуя цветовой круг из 24 цветов – цветовой круг Освальда. (CD: цв. ил. 24) Кроме того Освальд в своем круге выделяет гармоничные сочетания цветов: диады, триады и квадриады. (CD: цв. ил. 25) В более полной объемной цветовой модели Освальд ввел изменение светлоты от белого к черному и насыщенности цвета от чистого цвета к серому.

В живописи цвет зависит от многих факторов:

1. Химическая основа – химический состав (масло, акварель, гуашь, темпера, акрил и другие краски, а так же пастель, карандаши и пр.). Одна и та же краска с разной основой может сильно отличаться по цвету и тону.

2. Химический краситель. От него зависит не только цвет, но свойства краски.

3. Фактура и цвет «холста» (холст, бумага, картон, дерево, камень и другие поверхности, а так же грунт). Влияют не только цвет и текстура поверхности, но и ее химические и физические свойства. (CD: цв. ил. 26–27)

Кроме того, важны внешние воздействия (условия хранения) и экспозиции (свет, оформление и пр.).

Человеческий глаз может воспринимать свет только при длине волн от 400 до 700 миллимикрон: 1 микрон или $1 \mu = 1/1000 \text{ мм} = 1/1\,000\,000 \text{ м}$; 1 миллимикрон или $1 \text{ м}\mu = 1/1\,000\,000 \text{ мм}$.

Длина волн, соответствующая отдельным цветам спектра, и соответствующие частоты (число колебаний в секунду) для каждого призматического цвета имеют следующие характеристики (*табл. 2*).

Отношение частот красного и фиолетового цвета приблизительно равно $1 : 2$, т.е. такое же как в музыкальной октаве.

Каждый цвет спектра характеризуется своей длиной волны, т.е. он может быть совершенно точно задан длиной волны или частотой колебаний. Световые волны сами по себе не имеют цвета. Цвет возникает лишь при восприятии этих волн человеческим глазом и мозгом. Каким образом он распознает эти волны до настоящего времени еще полностью не известно. Мы

Таблица 2. Характеристика призматического цвета

Цвет	Длина волны	Частота колебаний в нм в секунду
Красный	800–650	400–470 млрд
Оранжевый	640–590	470–520 млрд
Желтый	580–550	520–590 млрд
Зеленый	530–490	590–650 млрд
Голубой	480–460	650–700 млрд
Синий	450–440	700–760 млрд
Фиолетовый	430–390	760–800 млрд

только знаем, что различные цвета возникают в результате количественных различий светочувствительности.

Остается исследовать важный вопрос о корпусном цвете предметов. Если мы, например, поставим фильтр, пропускающий красный цвет, и фильтр, пропускающий зеленый, перед дуговой лампой, то оба фильтра вместе дадут черный цвет или темноту. Красный цвет поглощает все лучи спектра, кроме лучей в том интервале, который отвечает красному цвету, а зеленый фильтр задерживает все цвета, кроме зеленого, таким образом, не пропускается ни один луч, и мы получаем темноту. Поглощаемые в физическом эксперименте цвета называются также вычитаемыми.

Цвет предметов возникает, главным образом, в процессе поглощения волн. Красный сосуд выглядит красным потому, что он поглощает все остальные цвета светового луча и отражает только красный. Когда мы говорим: «эта чашка красная», то мы на самом деле имеем в виду, что молекулярный состав поверхности чашки

таков, что он поглощает все световые лучи, кроме красных. Чашка сама по себе не имеет никакого цвета, цвет создается при ее освещении. Если красная бумага (поверхность, поглощающая все лучи кроме красного) освещается зеленым светом, то бумага покажется нам черной, потому что зеленый цвет не содержит лучей, отвечающих красному цвету, которые могли быть отражены нашей бумагой.

Все живописные краски являются пигментными или вещественными. Это впитывающие (поглощающие) краски, и при их смешивании следует руководствоваться правилами вычитания. Когда дополнительные краски или комбинации, содержащие три основных цвета – желтый, красный и синий – смешиваются в определенной пропорции, то результатом будет черный, в то время как аналогичная смесь нецветных цветов, полученных в ньютоновском эксперименте с призмой, дает в результате белый цвет. Поскольку здесь объединение цветов базируется на принципе сложения, а не вычитания.

2. Химия цвета

Цвет химических элементов в периодической системе Д.И. Менделеева

Все материальное окружение человека, состоит из различных элементов, которые в свою очередь состоят из мельчайших частиц молекул и атомов, обозначенных в таблице периоди-

ческой системы элементов Д.И. Менделеева. Цвет у различных веществ возникает в результате аллотропной¹ модификации различных веществ.

¹ Аллотропия – существование двух и более простых веществ одного и того же химического элемента, различных по строению и свойствам – так называемых аллотропных модификаций или форм.

Периоды	Ряды	ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА														a VII b	a	VIII b										
		ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА																(H)	He	2								
		a II b	a III b	a IV b	a V b	a VI b																						
1	1	H 1.01 1 ⁰¹ ВУДОРОД ВОДОРОД 2.1																	Атомный номер – 2 Атомная масса – 4.0015 92 1238.03 1.2 URANIUM УРАН Распределение электронов по застраивающимся и близлежащим подуровням У Электроотрицательность									
2	2	Li 6.94 2 ⁰¹ ЛИТИЙ 1.0	Be 9.01 2 ⁰² БЕРИЛЛИЙ 1.5	B 10.81 2 ⁰² БОРИЙ 2.0	C 12.01 2 ⁰² УГЛЕРОД 2.5	N 14.01 2 ⁰² АЗОТ 3.0	O 16.00 2 ⁰² КИСЛОРОД 3.5	F 18.99 2 ⁰² ФТОР 4.0	Ne 20.18 2 ⁰² НЕОН 2.0																			
3	3	Na 22.99 3 ⁰¹ НАТРИЙ 0.9	Mg 24.31 3 ⁰² МАГНИЙ 1.2	Al 26.98 3 ⁰³ АЛЮМИНИЙ 1.5	Si 28.09 3 ⁰³ КРЕМНИЙ 1.8	P 30.97 3 ⁰³ ФОСФОР 2.1	S 32.06 3 ⁰³ СЕРНИЙ 2.5	Cl 35.45 3 ⁰³ ХЛОРИН 3.0	Ar 39.95 3 ⁰³ АРГОН 2.0																			
4	4	K 39.10 4 ⁰¹ КАЛИЙ 0.8	Ca 40.08 4 ⁰² КАЛЬЦИЙ 1.0	Sc 44.96 4 ⁰⁵ СКАНДИЙ 1.3	Ti 47.88 4 ⁰⁴ ТИТАН 1.5	V 50.94 4 ⁰⁴ ВАНАДИЙ 1.6	Cr 52.00 4 ⁰⁴ ХРОМ 1.6	Mn 54.94 4 ⁰⁴ МАНГАНИЙ 1.5	Fe 55.85 4 ⁰⁴ ЖЕЛЕЗО 1.8																			
5	5	Cu 63.55 4 ⁰⁹ МЕДЬ 1.9	Zn 65.39 4 ¹⁰ ЦИНК 1.6	Ga 69.72 4 ¹¹ ГАЛЛИЙ 1.6	Ge 72.61 4 ¹² ГЕРМАНИЙ 1.8	As 74.92 4 ¹³ АРСЕН 2.0	Se 78.96 4 ¹⁴ СЕЛЕН 2.4	Br 79.90 4 ¹⁴ БРОМ 2.8	Kr 83.80 4 ¹⁶ КРИПТОН 2.0																			
6	6	Rb 85.47 5 ⁰¹ РУБИДИЙ 0.8	Sr 87.62 5 ⁰² СТРОНЦИЙ 1.0	Cd 88.91 5 ¹⁰ КАДМИЙ 1.2	In 89.90 5 ¹¹ ИНДИЙ 1.7	Y 88.91 5 ¹¹ ИТРИЙ 1.2	Zr 91.22 5 ¹² ЦИРКОНИЙ 1.5	Nb 92.91 5 ¹³ НИОБИЙ 1.6	Mo 95.94 5 ¹⁴ МОЛИБДЕН 1.8	Tc [99] 5 ¹⁵ ТЕХНЕЦИЙ 1.9	Ru 101.07 5 ¹⁶ РУДИДИЙ 2.2	Rh 102.91 5 ¹⁶ РОДИЙ 2.2	Pd 106.42 5 ¹⁶ ПАЛЛАДИЙ 2.0															
7	7	Ag 107.87 5 ¹¹ СЕРЕБРО 1.9	Cd 112.41 5 ¹² КАДМИЙ 1.7	In 114.82 5 ¹³ ИНДИЙ 1.7	Sn 118.71 5 ¹⁴ ОЛОВО 1.8	Sb 118.71 5 ¹⁵ СТЕВЕН СУРЬМА 1.9	Te 127.60 5 ¹⁶ ТЕЛЛУРИЙ 2.1	I 126.90 5 ¹⁷ ИОДИН 2.5	Xe 131.29 5 ¹⁸ КСЕНОН 2.0																			
8	8	Cs 132.91 6 ⁰¹ ЦЕЗИЙ 0.7	Ba 137.33 6 ⁰² БАРИЙ 0.9	La 138.91 6 ⁰³ ЛАНТАНОИДЫ 1.1-1.2	Hf 178.49 6 ⁰⁴ ГАФНИЙ 1.3	Ta 180.95 6 ⁰⁵ ТАНТАЛ 1.5	W 183.84 6 ⁰⁶ ВОЛЬФРАМ 1.7	Re 186.21 6 ⁰⁷ РЕНИЙ 1.9	Os 190.23 6 ⁰⁸ ОСМИЙ 2.2	Ir 192.22 6 ⁰⁹ ИРИДИЙ 2.2	Pt 195.08 6 ¹⁰ ПЛАТИНА 2.0																	
9	9	Au 196.97 6 ¹¹ ЗОЛОТО 2.4	Hg 200.59 6 ¹² РУТУТЬ 1.9	Tl 204.38 6 ¹³ ТАЛЛИЙ 1.8	Pb 207.20 6 ¹⁴ СВИНЕЦ 1.8	Bi 208.98 6 ¹⁵ БИСМУТ 1.9	Po [209] 6 ¹⁶ ПОЛОНИЙ 2.0	At [210] 6 ¹⁷ АСТАТ 2.2	Rn [222] 6 ¹⁸ РАДОН 6 ¹⁸																			
7	10	Fr [223] 7 ⁰¹ ФРАНЦИЙ	Ra [226] 7 ⁰² РАДИЙ	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun																	
		111 [272] Uuu	112 [285] Uub	113 [289] Uut	114 [289] Uuq	115 [289] Uup	116 [?] Uuh	117 [?] Uus	118 [?] Uuo																			
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂		R ₂ O ₅		RO ₃		R ₂ O ₇		RO ₄												
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH ₄		RH ₃		RH ₂		RH																
* ЛАНТАНОИДЫ																												
58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	
140.12 4F ⁰⁷		140.91 4F ⁰⁵		144.24 4F ⁰⁵		145 4F ⁰⁶		150.36 4F ⁰⁶		151.96 4F ⁰⁶		157.25 4F ⁰⁷		162.50 4F ⁰⁷		162.50 4F ⁰⁷		164.93 4F ⁰⁷		167.26 4F ⁰⁷		168.93 4F ⁰⁷		173.04 4F ⁰⁷		174.97 4F ⁰⁷		174.97 4F ⁰⁷
СЕЦИЙ		ПРАЗЕОДИМ		НЕОДИМ		ПРОМЕТИЙ		САМАРИЙ		ЕВРОПИЙ		ГАДОЛИНИЙ		ТЕРБИЙ		ДИСПРОСИЙ		ГОЛЬМИЙ		ЕРБИЙ		ТУЛИЙ		ИТТЕРБИЙ		ЛУТЕЦИЙ		
** АКТИНОИДЫ																												
90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr	
232.04 6D ⁰⁷		231.04 5F ⁰⁶		238.03 5F ⁰⁶		237 5F ⁰⁶		244 5F ⁰⁷		243 5F ⁰⁷		247 5F ⁰⁷		247 5F ⁰⁷		251 5F ⁰⁷		252 5F ⁰⁷		257 5F ⁰⁷		257 5F ⁰⁷		288 5F ⁰⁷		289 5F ⁰⁷		262 5F ⁰⁷
ТЮРИЙ		ПРОТАКТИНИЙ		УРАНИЙ		НЕПУТНИЙ		ПЛУТОНИЙ		АМЕРИЦИЙ		КЮРИЙ		БЕРКЛИЙ		КАЛИФОРНИЙ		ЭЙНШТЕЙНИЙ		ФЕРМИЙ		МЕНДЕЛЕВИЙ		НОБЕЛИЙ		ЛОРЕНСИЙ		
РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ		Li	Cs	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Be	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Cu	Hg	Ag	Pt	Au	

Известно, что атомы и молекулы не имеют ни вкуса, ни запаха, ни цвета. Только их модификации (структуризация) образуют эти удивительные свойства веществ. Художнику полезно знать об этих особых свойствах цвета в различных веществах.

Например, O_2 (кислород) образует простое вещество – газ, O_3 – его аллотропная модификация – новое жидкое вещество.

C (углерод) имеет два природных состояния – графит и алмаз. Аллотропной модификацией графита является алмаз, он может иметь целый спектр оттенков от белого цвета до черного.

H (водород) – газ, легкий, бесцветный.

He (гелий) – газ, бесцветный, не имеет модификаций.

Li (литий) – металл, серебристо-белого цвета.

Be (*бериллий*) – металл, светло-серого цвета.

B (*бор*) – аморфное вещество серого цвета.

C (*углерод*) – графит или алмаз матово-черного цвета. Он имеет девять модификаций различных цветовых веществ, полученных искусственным путем.

N (*азот*) – газ, бесцветный; в жидком состоянии не имеет цвета.

O (*кислород*) – газ, бесцветный; в жидком состоянии имеет светло-голубой цвет.

F (*фтор*) – газ, бледно-желтого цвета.

Ne (*неон*) – газ, бесцветный.

Na (*натрий*) – металл, серо-белого цвета.

Mg (*магний*) – металл, серо-белого цвета.

Al (*алюминий*) – металл, серо-белого цвета.

Si (*кремний*) – аморфно-кристаллическое вещество от темно-серого до коричневого цвета.

P (*фосфор*) – вещество от белого до красного и черного цвета.

S (*сера*) – вещество светло-желтого (лимонного) цвета.

Cl (*хлор*) – газ, желто-зеленого цвета.

Ar (*аргон*) – газ, бесцветный.

K (*калий*) – металл, серебристо-белого цвета.

Ca (*кальций*) – металл, розового цвета.

Sc (*скандий*) – металл, серебристо-желтого цвета.

Ti (*титан*) – металл, серебристо-белого цвета.

V (*ванадий*) – металл, серебристо-белого цвета.

Cr (*хром*) – металл, голубовато-белого цвета.

Mn (*марганец*) – металл, светло-серого цвета; имеет пять аллотропных модификаций.

Fe (*железо*) – металл, серо-белого цвета.

Co (*кобальт*) – металл, серо-белого цвета с желтоватым розоватым и синеватым оттенками.

Ni (*никель*) – металл, серо-белого цвета.

Cu (*медь*) – металл, золотисто-розового цвета.

Zn (*цинк*) – металл, голубовато-белого цвета.

Ga (*галлий*) – металл, серо-белого цвета.

Ge (*германий*) – металл, серо-белого цвета.

As (*мышьяк*) – металл, стального цвета с зеленоватым полуматовым оттенком.

Se (*селен*) – неметалл, черного цвета.

Br (*бром*) – жидкость, красновато-бурого цвета.

Kr (*криптон*) – газ, бесцветный.

Rb (*рубидий*) – металл, светло-серого цвета.

Sr (*стронций*) – металл, серо-белого цвета.

Y (*иттрий*) – металл, серо-белого цвета.

Zr (*цирконий*) – металл, серо-белого цвета.

Nb (*ниобий*) – металл, серо-белого цвета.

Mo (*молибден*) – металл, серо-белого цвета.

Tc (*технеций*) — радиоактивный металл, серо-белого цвета.

Ru (*рутений*) — металл, светло-серого цвета.

Rh (*родий*) — драгоценный металл, светло серого цвета.

Pd (*палладий*) — драгоценный металл, светло серого цвета.

Ag (*серебро*) — металл, светло-серо-белого цвета.

Cd (*кадмий*) — металл, светло-серо-белого цвета.

In (*индий*) — металл, светло-серо-белого цвета.

Sn (*олово*) — металл, светло-серо-белого цвета.

Sb (*сурьма*) — металл, от серебристо-белого цвета до синеватого оттенка.

Te (*теллур*) — неметалл, блестящий, серого цвета.

I (*йод*) — неметалл, черно-серого цвета с фиолетовым оттенком.

Xe (*ксенон*) — газ, бесцветный.

Cs (*цезий*) — металл, серо-желтого цвета.

Ba (*барий*) — металл, серо-белого цвета.

La (*лантан*) — металл, серо-белого цвета.

Hf (*гафний*) — металл, серо-белого, серебристого цвета.

Ta (*тантал*) — металл, светло-серого цвета.

W (*вольфрам*) — металл, светло-серого цвета.

Re (*рений*) — металл, светло-серого цвета.

Os (*осмий*) — металл, светло-серого цвета с голубым оттенком.

Ir (*иридий*) — металл, серо-белого цвета.

Pt (*платина*) — металл, серебристо-белого цвета.

Au (*золото*) — металл, желтого цвета.

Hg (*ртуть*) — жидкость, серо-белого цвета.

Pt (*таллий*) — металл, серебристо-белого цвета с голубизной.

Pb (*свинец*) — металл, серо-белого цвета с синеватым оттенком.

Bi (*висмут*) — металл, серебристо-розового цвета.

Po (*полоний*) — металл, серо-белого цвета.

At (*астат*) — радиоактивный неметалл, черно-синего цвета.

Rn (*радон*) — флюорисцентный газ, бесцветный.

Химические элементы от **Fr** (*франция*) до **Cn** (*коперникия*) — эти вещества не выделены, они получены в виде распада молекул и атомов.

Неметаллы имеют большую возможность аллотропных модификаций, чем металлы. И это обеспечивает большую вариативность в возникновении того или иного цвета. Неметаллы определяют бесконечное множество вариантов цветового решения.

Металлы в большей степени ограничены в аллотропности. О цвете радиоактивных элементов говорить не приходится, ибо это является за рамками зрительного восприятия.

Строение молекул и цвет

Единой теории цвета не существует. Однако можно подметить некоторые закономерности, связывающие окраску со строением молекул. Цвет

связан с подвижностью электронов в молекуле вещества и с возможностью перехода электронов при поглощении энергии кванта света на еще свободные уровни.

Существуют различия принципиального характера между механизмами возникновения цвета у металлов, неорганических соединений и в органических молекулах. Хотя во всех случаях цвет возникает в результате взаимодействия квантов света с электронами в молекулах вещества, но так как состояние электронов в металлах и неметаллах, органических и неорганических соединениях различно, то и механизм появления цвета неодинаков. У металлов для цвета важна правильность кристаллической решетки и возможность электронам относительно свободно двигаться по всему куску металла. Цвет большинства неорганических веществ обусловлен электронными переходами и соответственно переносом заряда от атома одного элемента к атому другого. Основную, решающую роль играет в этом случае валентное состояние элемента, его внешняя электронная оболочка.

Далеко не все органические вещества обладают цветом. Однако у тех веществ, которые имеют окраску, в структуре молекул есть принципиальное сходство. Все они, как правило, большие молекулы, состоящие из десятков атомов. Для возникновения цвета имеют значение не электроны отдельных атомов, а состояние системы электронов, охватывающей всю молекулу целиком. Подвижность

такой системы, ее способность легко изменять свое состояние под небольшим воздействием световых квантов и обуславливает избирательное поглощение определенных волн из набора, составляющего видимый свет.

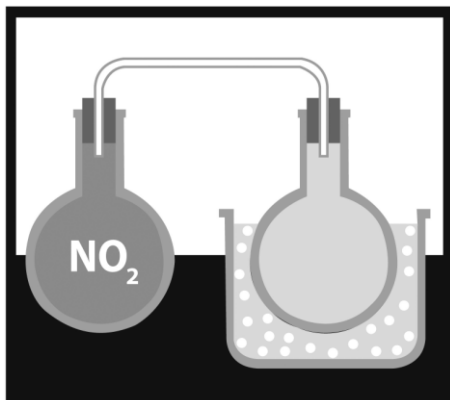
Чтобы понять зависимость цветности от строения, нужно рассмотреть, в чем состоят особенности энергетического состояния электронов того или иного типа молекул. (СД: цв. ил. 28)

Спектры поглощения и цвет неорганических веществ

Тот или иной цвет вещества означает, что из всего интервала 400–700 нм длин волн видимого света им поглощаются какие-то определенные кванты, энергия которых, в общем-то, невелика.

Из этого в свою очередь следует, что в молекулах окрашенных веществ энергетические уровни электронов довольно близко расположены друг к другу. Если разница ΔE велика, то употребляются другие кванты, несущие больше энергии, например, ультрафиолетовые. Такие вещества, как азот, водород, фтор, благородные газы, кажутся нам бесцветными. Кванты видимого света не поглощаются ими, так как не могут привести электроны на более высокий возбужденный уровень. Если бы наши глаза способны были воспринимать ультрафиолетовые лучи, то в таком ультрафиолетовом свете и водород, и азот, и инертные газы казались бы ним окрашенными.

Чем больше электронов в атоме, тем теснее друг к другу электронные



Ил. 3. Окраска оксида азота (IV) исчезает при охлаждении (образуется димер N_2O_4) и вновь появляется при нагревании

уровни. Особенно хорошо, если в атоме есть незанятые электронами орбиты. В таком случае для перехода электрона из одного состояния в другое требуются кванты света уже с меньшей энергией, которую несут лучи видимой части спектра. Такие многоэлектронные галогены, как хлор, бром, йод, уже окрашены. Имеют окраску оксиды азота NO_2 , N_2O_3 и ковалентные соединения, например $CuCl_2$, AlI_3 . Окраска молекул (ил. 3) (CD: цв. ил. 29), состоящих из нескольких атомов, зависит от целого ряда факторов. Если действие этих факторов таково, что они сближают электронные уровни, то это способствует появлению или углублению окраски. Так более тесное взаимодействие атомов при переходе из газообразного в жидкое и далее твердое состояние могут способствовать появлению или углублению цвета, особенно, когда у атомов есть незанятые электронами орбиты.

Различие в характере взаимодействия сказывается на спектрах. Спектры поглощения простейших молекулярных соединений — газов и веществ в газообразном состоянии — состоят из нескольких серий узких полос (линий). Это значит, что из всего потока белого света они выбирают лишь некоторые фотоны, энергия которых как раз равна разнице между основным и «возбужденным» состояниями электронов. В жидком и особенно твердом состоянии спектр становится по существу сплошным, так как из-за сильного взаимодействия близко расположенных атомов появляется много новых энергетических уровней электронов и, следовательно, увеличиваются возможности новых электронных переходов, растет число уровней энергии молекул и ионов. В спектр входит большое число широких полос, простирающихся на несколько десятков нанометров. Интенсивность полос и их различное наложение друг на друга определяет итоговый цвет вещества. Ведь при различных сочетаниях основных цветов: красного, синего, зеленого или красного, желтого, синего получают все другие цвета спектра.

Как правило, полосы поглощения у неорганических веществ начинаются в видимой области, а заканчиваются в ультрафиолетовой. Положение наиболее интенсивных полос поглощения и определяет цвет (табл. 3).

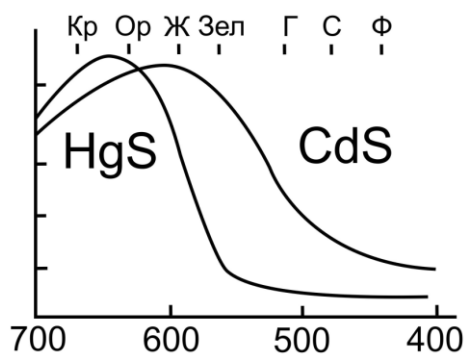
Цвет вещества складывается из суммы отраженных волн (или прошедших вещество без задержки), причем интенсивность тех или иных

Таблица 3. Характеристика наиболее интенсивных полос поглощения

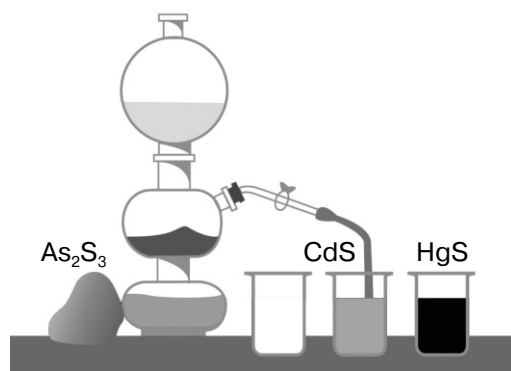
Длина волны поглощения	Цвет поглощенного света	Цвет вещества
400–435	фиолетовый	желто-зеленый
435–480	голубой	желтый
480–490	зеленовато-голубой	оранжевый
490–500	голубовато-зеленый	красный
500–560	зеленый	пурпурный
560–580	желто-зеленый	фиолетовый
580–595	желтый	голубой
595–605	оранжевый	зеленовато-голубой
605–750	красный	голубовато-зеленый

волн может быть различна. Поэтому даже если спектр состоит из одних и тех же волн, но их относительная доля в спектре изменена, то мы видим вещества разного цвета. Лучи, комбинируясь в спектре друг с другом, дают разную окраску. Например, кадмий и ртуть – элементы одной и той же подгруппы II группы периодической системы. Их атомы отличаются

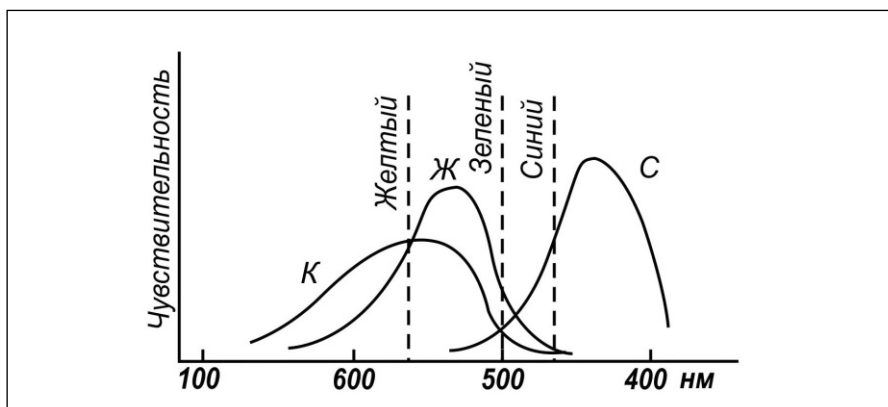
друг от друга числом внутренних электронов. Их сульфиды HgS и CdS сильно поглощают лучи фиолетовой части спектра и значительно слабее – красно-оранжевой (ил. 4, 5) (CD: цв. ил. 30–31). В результате, казалось бы, незначительной разницы в отражении получается уже иная комбинация: сульфид кадмия оказывается желтым, а сульфид ртути – оранжевым.



Ил. 4. Разница в спектрах поглощения определяет цвет



Ил. 5. Окраска сульфидов мышьяка As_2S_3 (цвет камня), кадмия CdS (желтый) и свинца HgS (черный)



Ил. 6. Видимый цвет есть результат наложения основных цветов, соответствующих трем нервным центрам, создающих ощущение красного, зеленого и синего

На диаграмме приведены спектры нескольких веществ, у которых различна интенсивность отражения волн разных участков видимого света. На ил. 6 указано, при каких соотношениях мы видим тот или иной цвет.

В том случае, если кривые пересекаются, цвета взаимно «уничтожают» друг друга, и мы видим только тот цвет, который остается. При отражении цвета с длиной волны 480 нм вещество синее, так как взаимно уничтожились красный и зеленый цвета. При 500 нм — зеленое, выше 600 нм — красное с желтоватым оттенком. Цветовое ощущение от разных окрасок (получаемое, например, при наложении цветных стекол) воспринимается нами как суммарное.

Особенности твердого состояния неорганических красителей

В первую очередь следует помнить, что неорганические красители, как

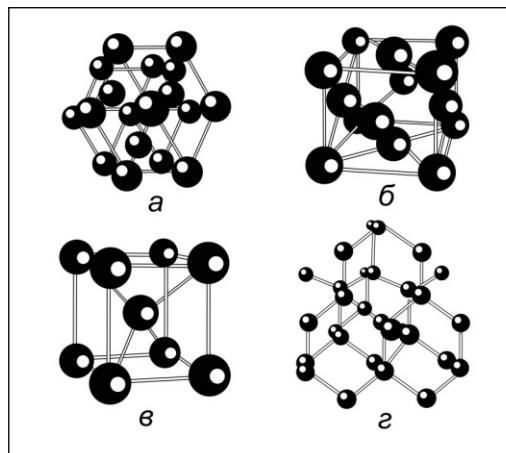
природные, так и синтетические, — кристаллические тела. Особенностью их является упорядоченное расположение многих сотен и тысяч атомов, ионов или молекул. Различаются они как по типу входящих в твердое тело частиц, так и по типу химических связей между ними.

Для того чтобы понять их структуру, рассмотрим на знакомых из школьного курса химии примерах особенности того или иного вида построения агрегатных состояний. В газообразном состоянии вещества характеризуются значительными расстояниями между частицами и малыми силами взаимодействия между ними. Они способны занимать любой предоставленный объем, и их свойства в основном определяются поведением отдельных частиц. В жидком же состоянии частицы веществ сближены на расстояния, соизмеримые с их размерами, силы взаимодействия между частицами значительны. Ча-

стицы вещества объединяются в крупные агрегаты, в которых их взаимное расположение упорядоченное, и движение носит колебательный характер (ближний порядок). На значительных расстояниях от центров агрегатов (дальний порядок) эта упорядоченность нарушается. Прочность связей между агрегатами частиц в жидкости невелика, поэтому в жидком состоянии вещество занимает определенный объем, но способно изменять форму под действием силы тяжести. Поведение веществ в этом состоянии определяется как свойствами частиц и их агрегатов, так и взаимодействиями между ними.

В твердом состоянии возникает упорядоченное расположение частиц как в ближнем, так и в дальнем порядках. Твердое вещество не только способно сохранять определенный объем, но и неизменность формы под действием силы тяжести. Свойства вещества определяются как его элементарным составом, так и структурой. Взаимное расположение частиц в твердом веществе характеризуется расстоянием между центрами, вокруг которых они совершают колебательные движения. Упорядоченное расположение атомов (ил. 7), многократно повторяющееся вдоль любой прямой линии, называется кристаллической решеткой.

В природе встречается значительное число форм кристаллических решеток; их изучением занимается специальная область науки — кристаллография. По характеру взаимодействия между частицами в решетках кристал-



Ил. 7. Основные типы кристаллических решеток:

- a* — гексагональная плотнейшая;
- б* — кубическая гранецентрированная;
- в* — кубическая объемноцентрированная;
- г* — кристаллическая решетка типа алмаза

лические вещества можно разделить на несколько основных групп:

1. *Ионные кристаллы.* В узлах решеток расположены разноименно заряженные ионы, электростатическое притяжение которых определяет характер твердого тела (например, KCl, NaCl).

2. *Атомные кристаллы.* В узлах решеток — нейтральные атомы элементов, связанные за счет обобществления валентных электронов (например, алмаз).

3. *Молекулярные кристаллы.* В узлах решеток — нейтральные молекулы, образующие решетку за счет сил межмолекулярного взаимодействия (например, металлический галлий, газы в твердом состоянии).

4. Полупроводниковые кристаллы. По характеру связи занимают промежуточное положение между атомными и ионными (например, Cu_2O).

5. Металлические кристаллы. В узлах решетки — ионы одного и того же металла, связанные между собой за счет полусвободных электронов, находящихся в общей для всех ионов зоне проводимости.

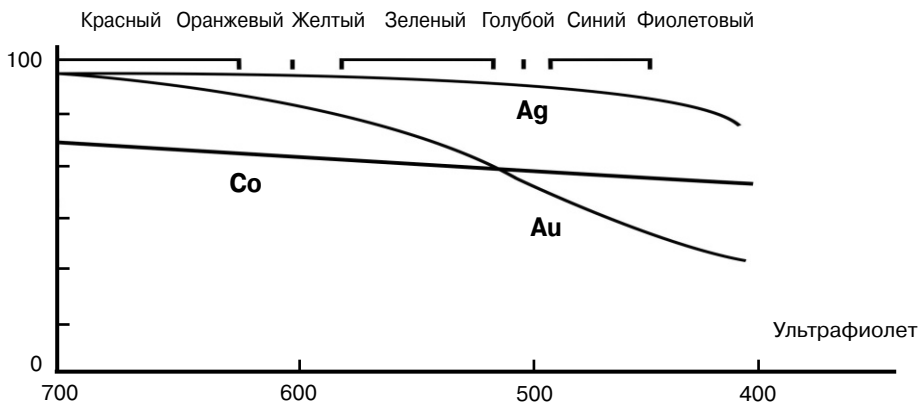
Цвет металлов зависит от того, волны какой длины они отражают. Из спектров, приведенных на *ил. 8*, видно, что белый блеск серебра обусловлен равномерным отражением почти всего набора видимых лучей.

Золото красновато-желтое потому, что им отражается почти полностью длинноволновая часть видимого света и поглощаются голубые, синие и фиолетовые лучи. А вот тантал и свинец лучше отражают длинноволновые лучи, поэтому они кажутся синеватыми. К серебристо-белому цвету висмута и кобальта примешивается

розовый оттенок из-за разности в поглощении коротких и длинных лучей; как можно видеть из рисунка, отражение постепенно уменьшается от длинных волн к коротким. Убедительными примерами взаимодействия света с электронами, при которых происходит перевод их на более высокий уровень, и даже полный отрыв, являются полупроводники и фотоэлементы. В первом случае действие лучей способно вызвать перемещение электронов и появление тока, а во втором — вырвать их из металла.

Большинство неорганических веществ, обладающих цветом, так или иначе, связано с ионами металлов, а сами металлы представляют один из типов простых веществ, имеющих цвет, то, по-видимому, логично будет рассмотреть зависимость цвета металла от его структуры.

В периодической системе, начиная со II периода, металлы расположены во всех группах с первой по



Ил. 8. Спектры отражения металлов. Цвет металла зависит от того, какой длины световые волны он поглощает и отражает: кобальт — розовый, серебро — белое, золото — желтое

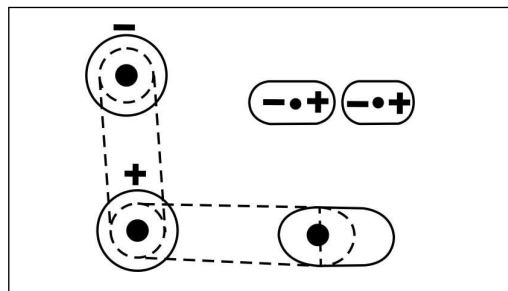
восьмую. Естественно, что характер членов этих групп меняется от одной группы к другой и от периода к периоду. Однако, несмотря на большое разнообразие свойств, у металлов есть качества, присущие всем металлическим веществам без исключения. Одной из замечательных особенностей является наличие окрашенных соединений у всех переходных металлов. Зависимость окраски от наличия свободных d -орбиталей на предвнешнем уровне атомов металла можно объяснить следующим образом. Как известно, в d -подуровни имеется пять орбиталей. Они имеют разные, но совершенно определенные положения в пространстве. На каждой из этих пяти орбиталей может находиться в соответствии с принципом Паули по два электрона. Причем если у атома (или иона) имеются пять или меньше электронов на d -подуровне, то каждый из них старается занять отдельную орбиталь. В этом случае их энергия наименьшая из всех возможных. Если электронов становится больше пяти, то происходит спаривание, сопровождающееся переходами электронов. Энергия таких переходов электронов соответствует энергиям квантов видимого света. Поглощение таких квантов из солнечного белого света и определяет цвет Cu_2^+ , Fe_2^+ , Fe_3^+ , Co_2^+ , Ni_2^+ , Cr_3^+ , Mn_3^+ , Mn_4^+ , Mn_6^+ , Mn_7^+ других окрашенных ионов переходных элементов.

Наполовину и менее заполненные внутренние электронные орбитали дают простор для переходов электронов.

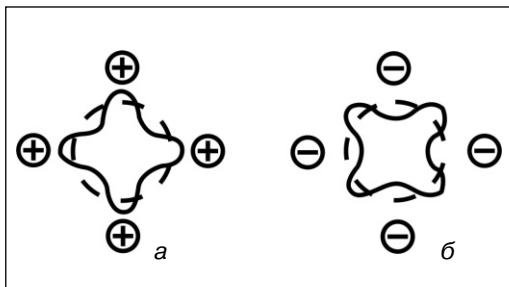
Атомы те же — окраска разная

На состояние ионов в растворе оказывает влияние внешнее поле молекул растворителя. В кристаллах твердого вещества на атом или ион действует несколько его ближайших соседей. Атомы и ионы в кристаллической решетке непрерывно совершают колебательные движения. При этом расстояние между соседними частицами становится то меньше, то больше равновесного. Это вызывает то более сильное, то менее сильное взаимодействие их между собой, так как ядра атомов то сближаются, то удаляются друг от друга. Воздействие соседей на атом или ион приводит к нарушению в нем распределения положительного и отрицательного заряда. Появляются два полюса в молекуле (ил. 9), т.е. происходит ее поляризация.

Если влияние полярной частицы достаточно велико, то соседний атом или ион начинает деформироваться, т.е. приобретает постоянное неравномерное распределение электронной плотности вокруг ядра. Когда соседей достаточно много, то в результате этого он испытывает многосто-



Ил. 9. Поляризация молекулы под действием соседних молекул



Ил. 10. Многосторонняя деформация

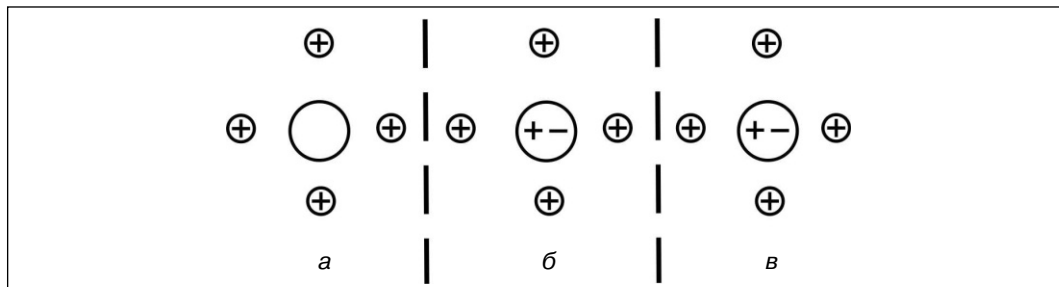
ронную поляризацию, приводящую к многосторонней деформации. Она в сильно преувеличенном виде показана на ил. 10. Возникающие дополнительные силы стяжения между ионами сказываются на взаимодействии атомов, составляющих кристаллическую решетку. Это влияние меняет цвет вещества, если оно образует несколько типов кристаллов.

Сера может иметь различный цвет от светло-желтого до темно-коричневого в зависимости от того, какова ее кристаллическая структура. Разнообразные аллотропные модификации фосфора: белый, желтый, красный, коричневый, фиолетовый, черный и ряд других (в общей сложности 11) — обладают разными физическими и химическими качествами. Ведь эти качества, так же как и цвет, зависят от состояния электронов. Одни и те же атомы, расположенные в пространстве иным образом, могут создать вещество — диэлектрик или обладающее электропроводностью. Черный фосфор по своим свойствам напоминает графит: цветом, твердостью, устойчивостью на воздухе

и некоторыми другими признаками. Только электрический ток черный фосфор проводит в гораздо меньшей степени, чем графит. Углерод является еще один разительный пример изменения цвета и свойств в зависимости от аллотропной структуры. Это может быть прозрачный сверкающий граниами алмаз и графит, который можно превратить в алмаз.

Перемену цвета, вызванную изменением состояния электронов и связанную с перестройкой структуры, можно объяснить колебательным движением в кристалле. Допустим, что частицы в кристалле закреплены неподвижно. В таком случае каждая из них испытывала бы строго симметричное влияние (ил. 11). Появляющаяся деформация от разных соседей компенсировала бы друг друга. В действительности же в кристалле непрерывно совершаются колебательные движения. Расстояния между частицами при таких колебаниях меняются, вызывая соответственно изменение распределения зарядов — поляризацию. Если поляризующее действие соседей и собственная деформируемость ионов или атомов достаточны, то это скажется на состоянии электронов, которые будут уже воспринимать кванты видимого света.

Если колебательные движения велики или усиливаются, например нагреванием, то возникающая деформация увеличивает притяжение ионов и закономерный характер колебательного движения нарушается. Происходит дальнейшее сближение, а это вызывает перестройку кристалличе-



Ил. 11. Влияние поляризации на положение атомов в кристаллической решетке

ской структуры вещества. В результате такой перестройки может оказаться, что ион окружен соседями, расположенными уже на более близком расстоянии. А иногда меняется и их число; одни из соседей стали ближе (три из четырех катионов), а другие дальше, чем были прежде.

Примерами образования таких соединений, имеющих разный цвет, являются желтая и оранжевая формы оксида свинца. Первой из них соответствует ромбическая конфигурация, а второй тетрагональная.

Влияние структуры на цвет проявляется и в более сложных соединениях. Так, хромат свинца $PbCrO_4$ может быть и темно-желтым (моноклиническая кристаллическая решетка), и светло-желтым (ромбическая структура). Следовательно, приводящее к перемене окраски изменение пространственного расположения может происходить и с большой группой атомов.

Молекулы бесцветны, а вещество окрашено, и все же в некоторых случаях цвет одного и того же вещества зависит вовсе не от структуры. Точ-

нее, не от типа кристаллической решетки. В природе нет таких веществ, чтобы их структура была совершенна. Человек пытается исправить эту природную «недоработку» и выращивает кристаллы, близкие к идеальным. Без таких кристаллов немыслима современная оптика. Однако природные кристаллы поражают разнообразием цвета и его оттенков. В этом можно убедиться, если посмотреть на кристаллы даже таких простых веществ, как встречающиеся в земле поваренная соль или карбонаты.

В окрестностях польского городка Велички есть соляные разработки, где обширные коридоры и огромнейшие валы, вырубленные в пластах каменной соли, тянутся галереей на десятки километров. В нишах по бокам галереи можно видеть фигуры, сделанные из соли, и удивительной формы кристаллы. Слабо освещенные, они производят фантастическое впечатление. Иногда они окрашены в синий или фиолетовый цвет. Откуда берется эта окраска в гигантской массе бесцветной соли? Цвет кристаллов, построенных из бесцветных

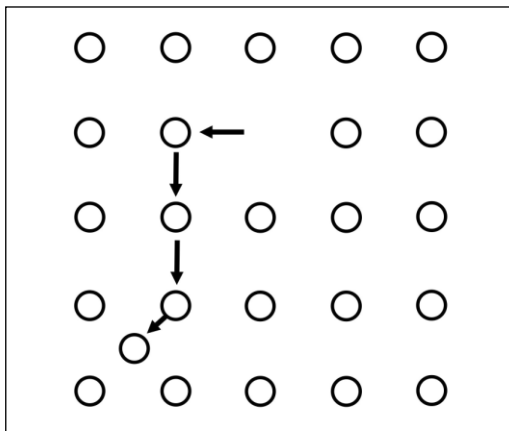


Рис. 12. Дефекты кристаллической структуры: образованы вакансии и появление атома между узлами кристаллической решетки

ионов и атомов, появляется в результате нарушений идеальности кристаллической решетки. Несовершенства бывают нескольких видов.

Во-первых, из-за неправильного расположения атомов, составляющих кристаллическую решетку (ил. 12). Атомы отсутствуют там, где они должны быть — в узлах кристаллической решетки; возникают незанятые места — вакансии. Смещенные атомы могут появиться в промежутках между теми, которые сохраняют свое нормальное положение.

В кристаллические несовершенства включаются и крупные нарушения порядка. Большинство кристаллических тел имеет мозаичное или блочное строение. Между такими блоками (зернами) правильное расположение во многих случаях нарушено. Размеры блоков чаще всего бывают от 1000 до 10 000 атомных диаметров,

а на их границах образуется область с неправильным расположением атомов. Такие несовершенства обуславливают наличие в кристалле центров окраски из-за того, что в этих местах нарушается нормальное взаимодействие электромагнитного поля, создаваемого ионами и электронами с электромагнитным падающим потоком квантов. Подобный тип окрашенных соединений широко распространен в природе.

Во-вторых, окраску бесцветных веществ определяет наличие атомов посторонних элементов и случайных примесей. Инородные атомы могут быть рассеяны по всему кристаллу или группироваться вместе. И в этом и в другом случае они искажают кристаллическую решетку. Синий или фиолетовый цвет бесцветной каменной соли возникает из-за выделения под влиянием радиоактивного излучения металлического натрия. Иногда наряду с хлоридом натрия в ней содержатся и частицы других солей, которые нарушают структуру так же, как металлический натрий.

В настоящее время для всеобщего обозрения открыта Новоафонская пещера, поражающая своими размерами. В залах, высота которых достигает 100 м, с потолка свешиваются огромные сталактиты. Навстречу им со дна пещеры в виде столбиков поднимаются сталагмиты. Порой и те и другие соединяются вместе, образуя причудливой формы колонны. Убранство залов, подобно убранству подземных дворцов Хозяйки Медной горы из сказки П.П. Бажова, сверка-

ют разноцветием. Откуда же берется эта фантазия красок? Ведь основной составляющий компонент сталактитов и сталагмитов — кальцит, который является одной из двух кристаллических бесцветных форм карбоната кальция CaCO_3 . Цвет кристаллов вызван включениями посторонних молекул и ионов, часть из которых имеет собственную окраску. Ионы и атомы натрия и калия придают подземным украшениям голубой, синий или фиолетовый оттенок; рубидий и цезий красный или оранжевый. Различные сочетания этих элементов образуют всю красочную полигамию кристаллов, образующих сталактиты, сталагмиты, сталагматы.

Цвет полярных молекул

Когда катионы попадают в поле действия анионов, то возникает взаимное влияние (ил. 13). Результаты зависят от способности электронных оболочек ионов к деформации. Эта способность обусловлена природой иона и силой, с которой данный ион может воздействовать на оболочки соседей. Как правило, ионы малого радиуса и большого положительного заряда деформируются слабо: очень крепко в таком случае положительное ядро притягивает электроны. Деформируемость и связанная с ней поляризация невелика и в том случае, если внешняя электронная оболочка иона подобна оболочке инертного газа, т.е. завершено ее заполнение электронами.

Если молекула состоит из ионов с заполненными электронными обо-

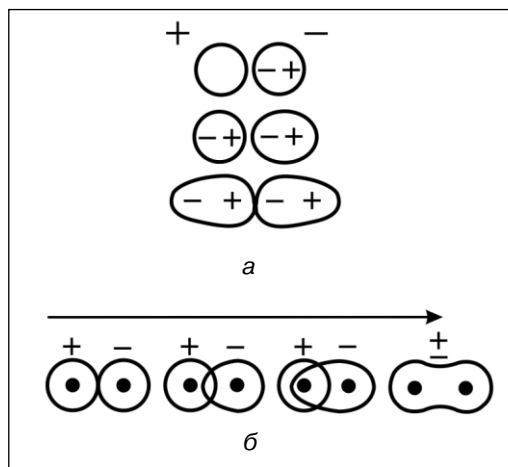


Рис. 13. Возникновение поляризационного эффекта (а) и усиление поляризации ионов (б)

лочками (MgO , ZnS), то возможность перехода электрона практически исключена, так как ему, попросту говоря, некуда переходить. Тогда из всего спектра видимого света молекула не отдает предпочтения ни одному участку. Такие молекулы не имеют окраски. В растворе они бесцветны, а в твердом состоянии белые. К такому типу красящих веществ относятся оксид цинка, оксид магния, фосфат и сульфид цинка, сульфат бария. Как видите, это все соединения элементов II группы периодической системы с полностью завершенными внутренними электронными оболочками.

Подобные соединения прямо могут служить неорганическими красителями — пигментами. В качестве красителей используются такие индивидуальные соединения, как, например, белила — оксид цинка или оксид тита-

на (IV); чернь — это одно из аллотропных состояний углерода — сажа. Цвет может появиться лишь в том случае, если катион с подуровнями, заполненными электронами, связан с анионом, способным к значительной поляризации, например с тяжелыми ионами галогенов, таких, как Br^- или I^- , некоторыми кислородсодержащими анионами PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} и целым рядом других. Соли и оксиды металлов, имеющих атомы с незаполненными оболочками, в большинстве своем обладают окраской. Ионы металла имеют примерно тот же цвет, который присущ им в водном растворе: Cr_2^+ — голубой, Cr_3^+ — зеленый и т.п. Существуют многочисленные анионы, способные придавать окраску ионам, особенно если это ионы металлов побочных подгрупп. Так, например, желтый анион CrO_4^{2-} влияет на бесцветный катион серебра Ag^+ , что в результате реакции: $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ образуется красный осадок хромата серебра. В подобной же реакции бесцветный ион ртути Hg_2^+ образует оранжевое соединение HgCrO_4 . Однако, ион свинца — металла главной подгруппы IV группы, соединяясь с CrO_4^{2-} , так и оставляет желтым цвет хромата свинца PbCrO_4 . Взаимное влияние катионов и анионов позволяет варьировать оттенки цвета.

Поэтому чаще всего применяются соединения переменного состава: желтый крон — смесь хрома и сульфата свинца $\text{PbCrO}_4 \cdot n\text{PbSO}_4$, изумрудная зелень — гидроксид хрома переменного состава $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 1,5 - 2,5$), кобальт светло-фиолетовый и фиоле-

товый — фосфаты кобальта, гидратированные водой $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ или CoNH_4PO_4 .

Таким образом, окраска полярной молекулы зависит от наличия у катиона свободных электронных подуровней, от способности катиона поляризовать анион и соответственно от способности этого аниона к поляризации.

Напомним, что существуют *s*-, *p*-, *d*- и *f*-элементы. Каждый из этих типов имеет свои особенности при образовании соединений. Появляющиеся продукты не всегда обладают цветом, в ряде случаев они бесцветные или белые.

Неорганические вещества не имеют окраски, их молекулы образованы *s*- и *p*-элементами и имеют ионы с заполненными электронами оболочками: катионы щелочных и щелочноземельных металлов, анионы неметаллов первых трех периодов. К ним примыкают соединения (в основном оксиды) элементов, расположенных в периодической системе Д.И. Менделеева на условной границе металл-неметалл: сурьмы, висмута, свинца, алюминия. Из побочных подгрупп белый цвет имеют соединения элементов IV группы (переходные металлы): титан и цирконий. Причем цирконий, как более металлический элемент, входит в состав веществ в виде катиона Zr_4^+ , а титан и как катион, и в составе аниона. Широко применяются в качестве белых пигментов соли титановой кислоты; титанаты магния, кальция, бария и некоторых других элементов. Состав

этих соединений таков, что у кислорода и катионов элементов II группы нельзя перевести электрон из основного в возбужденное состояние, так как нет свободных орбиталей, куда могли бы перейти электроны, запасшиеся энергией от светового кванта. У титана же и циркония слишком велика разница в величинах энергии между заполненными подуровнями и вакантными. У квантов видимого света просто не хватает энергии для возбуждения электронов.

Ионы, имеющие незавершенные оболочки, в большинстве случаев образуют окрашенные соединения. При этом, если анион не способен к сильной поляризации, то цвет вещества определяется катионом и соответствует окраске катиона в водном растворе: железа — желтой, меди — голубой и др.

У *d*-элементов IV периода цвет соединений определяется переходами электронов с одной *d*-орбитали на другую и переносом заряда на ион металла. Затягивая электроны с орбиталей аниона, на вакантные орбитали своих атомов, катионы хрома, марганца, железа, кобальта, никеля и некоторых других металлов придают соответствующую окраску всем своим соединениям. Этим же объясняется окраска ряда оксидов элементов с переходными свойствами (металлов).

Необходимо, однако, заметить, что появление возможности того или иного перехода определяется влиянием атомов, с которыми соприкасается атом данного *d*-элемента. Пять *d*-орбиталей занимают в молекуле не-

сколько иное положение, чем в свободном атоме. Разница в энергиях этих орбиталей как раз соответствует энергии квантов видимой части электромагнитного излучения и обуславливает цвет вещества, содержащего ионы Cr_3^+ , Fe_2^+ , Fe_3^+ , Co_2^+ , Ni_2^+ , Mn_4^+ , Mn_7^+ . Цвет некоторых веществ, например оксида железа (III) Fe_2O_3 и гидроксида железа (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$, определяется сразу двумя обстоятельствами: электронными переходами с одной *d*-орбитали на другую и переносом заряда с аниона на катион.

Потенциалы переноса заряда зависят от межатомных, межйонных, межядерных расстояний. Следовательно, и в соединениях *d*-элементов большую роль играет деформируемость катиона и аниона.

Элементы больших периодов, расположенные внизу групп элементов, деформируются легко. Особенно если у них имеется много внутренних незавершенных слоев или 18-электронные оболочки. Это относится как к катионам металлов, так и к анионам неметаллов. Примером, подтверждающим такое поведение, может служить взаимное влияние ионов свинца Pb_2^+ и йода I. Оба они в водном растворе бесцветны и раствор иодида свинца тоже не имеет окраски.

Когда же из раствора начинает выделяться осадок этого соединения, то ионы сближаются друг с другом и выпадает красивый золотисто-желтый осадок кристаллов PbI_2 . Катион и анион легко деформируются и происходит взаимная поляризация. Если ион сильно деформирует оболочку соседа,

то говорят о его сильном поляризующем действии.

Росту деформируемости способствует увеличение радиуса иона и уменьшение положительного заряда ядра. Так как эти величины предсказуемы на основании периодического закона Д.И. Менделеева, то в принципе можно прогнозировать наличие цвета у того или иного соединения, составленного из каких-либо конкретных анионов и катионов. Возникновение цвета у оксида элемента и отсутствие окраски у фторида возможно потому, что кислородный ион поляризуется легче, чем ион фтора, так как у него меньше положительный заряд ядра и больше радиус. Анион серы деформируется еще легче, потому что у него больше внутренних электронных слоев и есть (правда, совсем пустые) *d*-орбитали, которые он использует при образовании химических связей. Однако катионы цинка Zn_2^+ , алюминия Al_3^+ и кремния Si_4^+ , несмотря на довольно большие радиусы, не способны к деформациям, так как у них велик заряд иона.

Разноцветные ионы одного металла

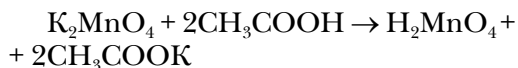
Известно, что цвет большинства неорганических соединений определяется состоянием окисления входящих в него ионов. Этим широко пользуются в аналитической химии. Возможности изменения цвета обусловлены как различным состоянием электронов в зависимости от степени окисления, так и изменением поляризующего действия этих ионов.

Ион марганца Mn_2^+ не обладает окраской в водном растворе. Удаление двух электронов с 4-й *s*-орбитали не сильно затрагивает состояния внутренних *d*-электронов, которых у марганца как раз пять и каждый занимает одно из пяти возможных состояний. Однако более высокие степени окисления уже сильно влияют на эти электроны.

Кристаллы $MnSO_4$ или $MnCO_3$ бесцветны (иногда $MnCO_3$ светло-розовый), но оксид MnO серо-зеленый, $MnCl_2$ и $Mn(NO_3)_2$ розовые. Если в морской воде создается повышенная концентрация марганца, то это сказывается на образовании кораллов, перламутра и жемчуга. В Японии существуют специальные подводные плантации, где разводят жемчужниц — двустворчатых моллюсков. У этих организмов на внутренней поверхности раковин откладываются пластинчатые слои арагонита — одна из кристаллических форм карбоната кальция (о второй — кальците упоминалось в связи со сталактитами). Если в эти слои попадают ионы марганца, то слои начинают приобретать розовый оттенок и получается розовый жемчуг. Включения в них других ионов придает желтоватый оттенок, а очень редко жемчуг бывает даже черным. Так как жемчуг по составу — это карбонат кальция, то он может возникнуть и в подземных пещерах. В пещерах на Новом Афоне был обнаружен такой жемчуг в довольно значительном количестве.

Степень соответствует бурый цвет Mn_2O_3 или черно-коричневый у Mn_3O_4 . Правда, последнее соединение содер-

жит не только Mn^{3+} , но и Mn^{4+} , который и углубляет цвет. В обычных условиях MnO_2 — черные кристаллы. Ион Mn^{6+} может присутствовать только в составе аниона MnO_4^- , окрашенного в зеленый цвет. Кислота H_2MnO_4 , соответствующая этому аниону, в свободном виде не выделена, а образующаяся из солей при подкислении растворов манганатов:

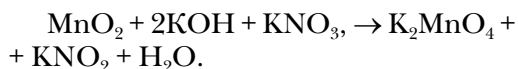


самопроизвольно распадается на темно-коричневый MnO_2 и перманганат $KMnO_4$:



Аниону MnO_4^- , где степень окисления марганца самая высокая +7, соответствует уже иной — фиолетово-малиновый цвет. Каждый его наверняка видел — это цвет раствора «марганцовки».

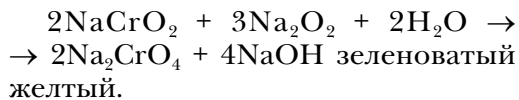
Такое разнообразие цветов соединений марганца различных степеней окисления и их одновременное сочетание в растворе позволило К. Шееле назвать K_2MnO_4 минеральным хамеленом. В 1774 г. этот исследователь получил манганат калия сплавлением:



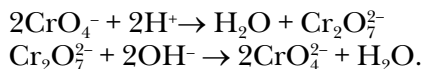
Продукт реакции дал с водой раствор зеленого цвета, но постепенно при нахождении на воздухе (под действием кислорода) стал превращаться сначала в синий, затем в фиолетовый и под конец — в малиновый (окраска MnO_4^-).

Такое разнообразие цветов объясняется изменением характера ионов марганца. Чем выше степень окисления, тем больше поляризующее действие марганца.

Нечто похожее происходит и с ионами хрома. Гидратированный ион хрома Cr_2^+ голубого цвета. Это один из самых сильных восстановителей. Он неустойчив ни в растворе, ни в составе твердого вещества. Одно из его относительно стойких (в отсутствие воздуха) соединений — ацетат Cr. Поляризующее действие иона Cr_2^+ таково, что ацетат приобретает красный цвет. Ион Cr_2^+ стремится перейти в Cr_3^+ , который имеет в растворе уже другой цвет — зеленый, а некоторые из его соединений — фиолетовый (например, $CrCl_3$). Окислением пероксидом натрия можно перевести хром в его высшую степень окисления +6:



Такой ион Cr_6^+ может входить в состав аниона двух кислот: хромовой — H_2CrO_4 и двуххромовой — $H_2Cr_2O_7$. Каждому из них свойственна своя окраска: первому — желтая, а второму — оранжевая. Перевести из одной формы в другую можно добавлением кислоты или щелочи:



Естественно, что хром, находящийся в высшей степени окисления, — сильный окислитель: $K_2Cr_2O_7 + 3C_2H_5OH + 4H_2SO_4 \rightarrow CH_3CHO + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$.

Таблица 4. Цветовая гамма соединений ванадия различной степени окисления

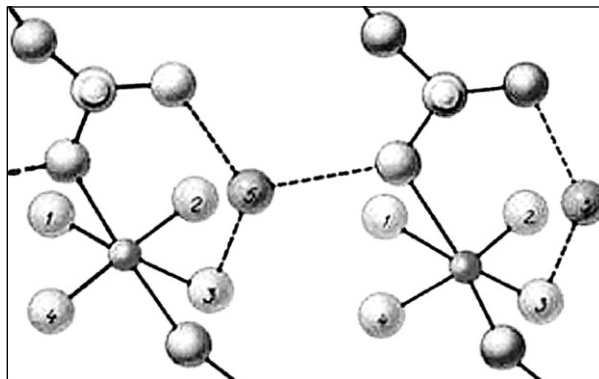
Степень окисления	Твердое вещество порошок		Раствор	
	Формула соединения	Цвет	Формула соединения	Цвет
V ⁺¹	V ₂ O	Светло-серый	–	
V ⁺²	VO	Серый	VCl ₂ VBr ₂ VI ₂	Зеленый Коричневый Красный
V ⁺³	V ₂ O ₃	Черный	VCl ₃ VBr ₃ VI ₃	Фиолетовый Черный
V ⁺⁴	VO ₂	Темно-синий	VCl ₄ VI ₄	Красно-коричневый Красный
V ⁺⁵	V ₂ O ₅	Оранжевый	HVO ₃	Бледно-желтый

Степень окисления определяется состоянием валентных электронов. Каждой степени окисления соответствует свой цвет и свой характер. От голубого неустойчивого иона с восстановительными свойствами до Cr₆⁺ – окислителя проходит целая гамма цветов. Изменение свойств иона и изменение цвета имеют одну и ту же основу – определенное состояние электронов. Переход от одной степени окисления к другой делает электронную систему иона чувствительной к световым квантам строго определенной энергии, соответствующей разнице энергетических *d*-подуровней. Многообразие цвета ионных состояний одного и того же элемента доказывает, что это различие довольно тонкое. Подобные цветовые гаммы существуют и у других переходных элементов. В качестве примера приведем изменение цвета твердых соединений – оксидов и растворов галогенидов ванадия (табл. 4).

Изменение цвета растворов в соответствии со степенью окисления свойственно и неметаллам. Так, йод в свободном состоянии имеет фиолетовый цвет. В 100-процентной H₂SO₄ раствор йода имеет розовый цвет, он соответствует комплексному иону I₃⁺. Этот комплекс состоит из молекулы йода и адсорбированного на ней катиона I⁺, При добавлении окислителя: 2I₃⁺ + HIO₃ + 8H₂SO₄ = 7I⁺ + 3H₃O⁺ + 8HSO₄⁻ цвет раствора, где присутствует в основном ион I⁺, становится темно-синим.

Среда воздействует на цвет

Катионы, анионы в растворе окружены оболочкой растворителя. Слой таких молекул, непосредственно прилегающих к иону, называют сольватной оболочкой (от английского слова solvent – растворять). Число входящих сюда молекул определить трудно. Нас, впрочем, интересует иной эффект сольватации.



Ил. 14. Схема строения кристаллогидрата медного купороса. В рамку заключена одна молекула $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Штрих означает, что молекула H_2O связана с двумя ионами кислорода и другой молекулой воды

В растворах ионы могут воздействовать не только друг на друга, но и на окружающие их молекулы растворителя, а те в свою очередь на ионы. При растворении и в результате сольватации возникает цвет у иона ранее бесцветного. Например, безводные CuF_2 и CuSO_4 белые, а их растворы окрашены в голубой цвет. Это окраска гидратированного иона меди. В его ближайшее окружение входит как минимум шесть молекул воды. Четыре из них связаны с ним прочно, а две — слабо. Замена окружения иона из плохо деформируемых ионов F^- и SO_4^{2-} на легко поляризуемые молекулы воды приводит к появлению цвета. Удаление воды (например, выпариванием) приводит к выпадению кристаллогидратов того же цвета. Ведь в них содержатся молекулы воды. Так, в кристаллогидрате сульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ четыре из пяти молекул размещены вокруг иона меди, а пятая занимает промежуточное положение и связана

как с Cu_2^+ , так и с группой SO_4^{2-} (ил. 14) (CD: цв. ил. 32).

Замена молекул воды на аммиак углубляет цвет. Аммиачные молекулы деформируются легче и интенсивность окраски усиливается. При этом следует учесть, что происходит более тесное взаимодействие катиона Cu_2^+ с аммиаком — образуется комплексный ион. На усилении интенсивности цвета Cu_2^+ основана и известная реакция на многоатомные спирты. Голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ переходит в интенсивный синий при образовании глицерата меди. Органическая молекула легко деформируется под действием иона меди. В случае меди деформация, видимо, влияет на устойчивость одного из d-электронов меди. Он становится способным, поглощая уже длинноволновые кванты, переходить в возбужденное состояние. Если легко деформируемый анион вытесняется из окружения катиона менее поляризуемым, то окраска может исчезнуть вовсе. Например, PbI_2 в твер-

дом виде золотисто-желтый, а в растворе бесцветен. При растворении и последующей диссоциации ион I^- , окружавший свинец в твердом соединении, заменяется труднее деформируемыми молекулами воды. А раз нет деформации, то исчезает и цвет.

Еще более резко, чем просто растворение, может сказываться на цвете соединения замена одного растворителя другим. Синий раствор $CoCl_2$ в этиловом спирте при разбавлении его водой становится розовым. Вместо привычного голубого цвета гидратированных ионов меди появляется зеленый, если белый порошок безводной соли $CuCl_2$ растворить не в воде, а в этиловом спирте.

Причиной изменения окраски является различная деформируемость молекул растворителей и катионов, испытывающих в свою очередь поляризующее действие со стороны молекул воды или этанола. Подвижные легко возбуждающиеся электроны становятся способными поглощать иные кванты видимого цвета. Ион кобальта в воде менее поляризован и для его «цветных» электронов требуются более короткие лучи. Он пропускает или отражает лучи, отчего его водный раствор кажется розовым. В спиртовом растворе меди в отраженных лучах уменьшается доля синих лучей, и спиртовой раствор становится зеленым. При замене растворителя окраска даже может вовсе исчезнуть. Цветной ион становится как бы невидимкой: в воде бесследно исчезает золотисто-желтая окраска PbI_2 . Исчезновение объясняется тем, что веще-

ство распадается на отдельные ионы, каждый из которых бесцветен, будучи вместе в осадке, они обуславливают цвет. Точно так же происходит с димерными молекулами Al_2Cl_6 , которые имеют синий цвет в этаноле и лишаются окраски в воде, потому что при диссоциации вода разобцает катионы Al_3^+ и анионы Cl^- .

Иногда исчезновение цвета происходит и без распада вещества на ионы.

Ярко-красная соль иодида ртути HgI_2 становится совершенно бесцветной при растворении в эфире. Специальными исследованиями установлено, что молекулы находятся в растворе в недиссоциированном виде. Причиной исчезновения окраски, как полагают, является уменьшение деформации ионов. В эфире образуются сольватные комплексы типа $[HgI_2]$. Число частиц, на которых оказывает свое поляризующее действие катион Hg_2^+ , возрастает: ведь наряду с двумя легко деформируемыми ионами появляется несколько молекул эфира. Силовое поле катиона дробится между частицами. Его действия уже не хватает, чтобы вызвать поляризацию всех частиц сразу. Деформация каждой из них мала, а у анионов становится существенно меньше, чем в твердом состоянии. Следствием такого изменения взаимодействия становится исчезновение цвета. Нужно всего лишь наполовину уменьшить действие двухзарядного катиона ртути на анион йода, чтобы уменьшилась их деформация до такой степени, что молекула становится не

окрашена, даже если при этом возрастают ее размеры. Именно так обстоит дело, когда к ярко окрашенному осадку PbI_2 или HgI_2 приливают избыток раствора. Образующиеся ионы $[PbI_4]^{2-}$ и $[HgI_4]^{2-}$ окраски в видимом свете не имеют.

Известно, что кристаллический йод практически нерастворим в воде. В 100-процентной H_2SO_4 образуется розовый раствор, а в 30-процентном раствор йода имеет коричневый цвет, такой же, как и в этиловом спирте. Растворители меняют состояние молекул и ионов. В среде концентрированной серной кислоты существуют комплексы и ионы; розовый — I_3^+ , синий I^+ , коричневый I_5^+ .

Основы структурной теории цветности органических молекул

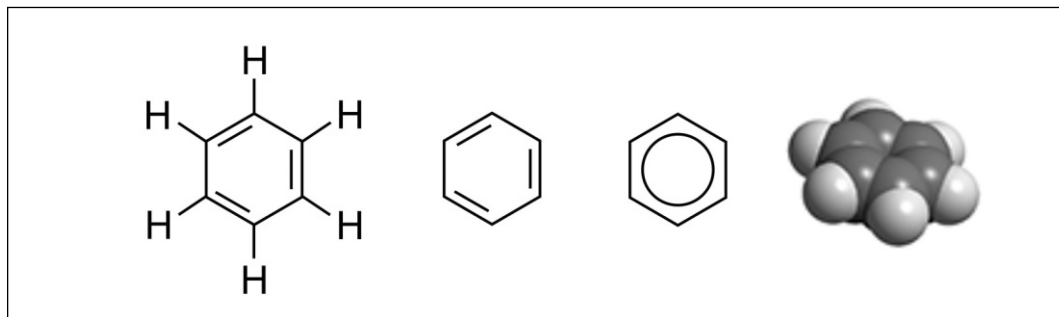
Попытки связать цвет органического вещества с его структурой предпринимаются исключительно давно. Примерно 100 лет назад была выдвинута теория, соединившая окраску с наличием в молекуле соединений определенных групп атомов.

Особое значение для структуры окрашенного соединения имеет цепочка атомов С, связанных друг с другом чередующимися двойными и одинарными связями, и т.д.

В таких цепочках проявляется эффект сопряжения. Происходит как бы выравнивание двойных и одинарных связей: перекрывание орбиталей, на которых находятся π -электроны, таково, что появляется возможность образования как бы дополнительной связи и между теми углеродными атомами, которые соединены одинарной связью; все атомы охватываются едиными молекулярными орбиталями. Электрон получает возможность передвигаться по всей молекуле в целом.

С подобным эффектом сопряжения мы встречаемся при изучении свойств бензола, у которого невозможно различить отдельные двойные и одинарные связи; да их в молекуле и нет — все связи равноценные (ил. 15).

Однако образование таких делокализованных π -связей накладывает ограничение на строение молекулы:



Ил. 15. Электронное строение молекулы бензола: а — σ -связи; б — π -связи

чтобы электронные орбитали могли перекрываться, атомы в молекуле должны лежать хотя бы примерно в одной плоскости.

Опытным путем еще до того, как были открыты закономерности электронного строения и его изменение при взаимодействии молекулы вещества с лучом света, удалось подметить наиболее важное по влиянию структурных фрагментов молекул на цвет соединений. Так оказалось, что удлинение цепи сопряженных двойных связей приводит к переходу от бесцветного или слабоокрашенного к темным цветам.

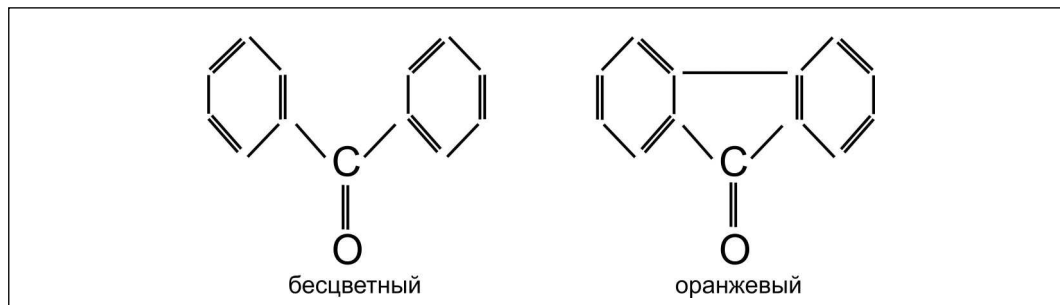
Если вместо простых ароматических ядер (типа бензольных) появляются конденсированные (типа нафталина), то это вызывает углубление цвета. Группы $C=O$, связанные друг с другом, вызывают более глубокий цвет соединения.

Более прочная и более тесная связь между атомами углерода, относящимися к отдельным частям молекулы, приводит к более интенсивной и более глубокой окраске.

Кроме цепей сопряжения, ответственными за цвет являются и дру-

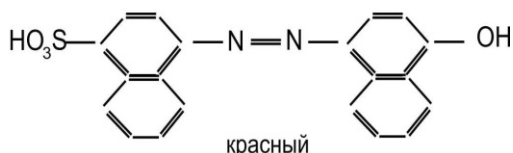
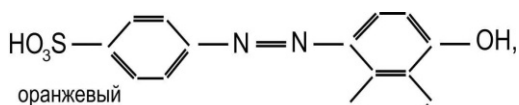
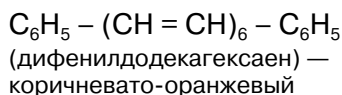
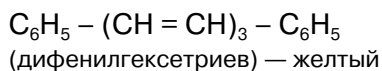
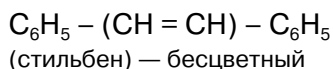
гие группы атомов, между которыми тоже имеются ненасыщенные связи. Благодаря таким группам возникает возможность появления цвета у веществ, которые получили название хромофоры от греческих слов «хрома» — цвет и «форео» — несу, иначе говоря — «несущие цвет». Вот примеры нескольких таких групп (ил. 16).

Вещества, содержащие хромофоры, называются хромогенами. Сами по себе эти вещества еще не являются красителями, потому что не отличаются ни яркостью, ни чистотой цвета. Объясняется это тем, что хотя и происходит в таких молекулах перераспределение электронов и их энергии, но не настолько, чтобы избирательно и в значительном количестве поглощать кванты света только одной определенной длины волны. Такая возможность появляется лишь после того, как в молекулу соединения будут введены группы, отличающиеся либо резко выраженным родством к электрону, либо способные в значительной мере свои электроны отдавать в общее пользование. Одним словом, такие группы, которые резко меняют

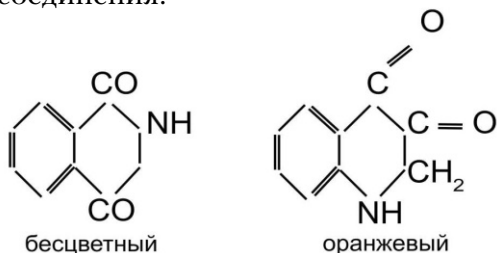


Ил. 16. Цепочка группы атомов

состояние электронов в хромофорных группировках.



Группы $\text{C} = \text{O}$, связанные друг с другом, вызывают более глубокий цвет соединения:

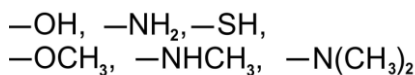


Группы, усиливающие окраску веществ, называются ауксохромы (от греческого слово «ауксо» — увеличиваю). Только после введения ауксохромов цвет соединения становится чистым (начинается избирательное поглощение лучей определенной длины волны) и достаточно интенсивным (падающий свет легко сдвигает электроны в молекуле). Наибольший

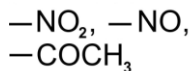
эффект достигается, когда в молекуле соединения присутствуют одновременно и электронодонорные и электронофильные группы атомов. Одни из них отдают, а другие соответственно притягивают электроны общей электронной системы молекулы.

Азогруппа	$-\text{N}=\text{N}-$
Азотетинавая	$\text{>C}=\text{N}-$
Карбиминная	$\text{>C}=\text{NH}$
Нитрогруппа	$-\text{N} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{O} \end{array}$
Нитрозогруппа	$-\text{N}=\text{O}$

Электронодонорные:



Электронофильные:



Итак, из структурных особенностей органических молекул для появления цвета у вещества имеют следующие значения:

1) цепочка из чередующихся одинарных и двойных связей (при этом в такой цепочке могут участвовать и двойные связи не только между углеродными атомами);

2) наличие групп или атомов, сильно притягивающих или, наоборот, легко отдающих свои электроны в общую электронную систему молекул;

3) атомы в молекуле должны лежать в одной плоскости (или весьма близко к этому состоянию).

3. Математика цвета

Все это подчинено одной цели — легкости воздействия квантов видимого света на электронную систему молекул и перевод ее в возбужденное состояние. Аппаратно независимые математические цветовые модели необходимы в работе с цветом в цифровом виде, исследования теории цвета идут с давних времен, но только в последнее время эта наука перешла из теоретической физики в прикладную область. Рассмотрим, к примеру: аппаратно независимую модель (HSB), где каждый цвет имеет три основных значения: тон (hue), насыщенность (chroma), яркость (brightness). (CD: цв. ил. 33)

Эти фигуры ясно показывают, что эти термины описывают тон, насыщенность, яркость. Каждая вершина имеет тенденцию к тоновому насыщению или тоновой яркости (светлотности). На фигурах, перемещаясь от центра к краям, насыщенность цвета увеличивается. Цвета стали более насыщенными. Вы можете видеть изменение яркости от более темного (у основания) до более яркого (у вершины) — правая иллюстрация. Все три значения любого цвета могут быть измерены специальным инструментом — спектрофотометром. Вы можете легко изменять изображение, изменяя только одно из этих значений. Именно поэтому они часто используются, как переменные параметры в программном обеспечении для редактирования изображений. Множество математических моделей было

создано, используя эти значения. Каждая из них присваивает каждому цвету определенное значение.

Здесь представлены только две аппаратно-независимых модели. В 1931 году была разработана модель Цвета XYZ, также называемая модель Цвета нормы Международной комиссией по освещению (МКО) The International Commission on Illumination (CIE). МКО определяет стандарты для работы с цветом и освещением. На иллюстрации изображена схема их колориметрической системы нормы (Norm Colorsystem), еще называемой пространством XYZ (значение цвета располагается в трех мерной Декартовой системе координат — что позволяет цветовой охват модели назвать пространством). (CD: цв. ил. 34)

В этой координатной системе каждый цвет был назначен определенной точке внутри абстрактного треугольника, охватывающего все цвета, видимые человеческому глазу. В ходе длительного эксперимента был построен график цветового возбуждения стандартного наблюдателя при определенном угле зрения и освещения. По оси x координатной плоскости Вы видите красные цвета, в то время как зеленые цвета расположены по оси z . Этот двухмерный график показывает все цвета независимо от их яркости. Одна из проблем системы состоит в том, что расстояния между цветами не соответствуют нашему восприятию цвета, и поэтому используется третье измерение. Яркость является трудно

определимой. Спектрофотометры для своей работы используют эту аппаратно-независимую модель описания цвета. Измерение совершается через интерференционные фильтры с шагом 2 нм, т.е. происходит замер длин волн, отраженных от объекта, строится график $R(\lambda)$.

Используя график кривой спектра источника освещения $S(\lambda)$ и кривые сложения (смешения) цветов стандартного наблюдателя (илл. 17–18). (CD: цв. ил. 35–37)

По формулам вычисляются координаты X, Y, Z .

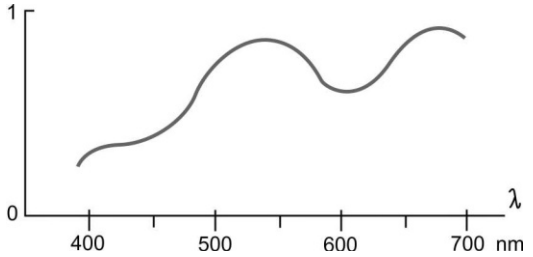
$$X = K \cdot \sum_{\lambda=380}^{780} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot X(\lambda)$$

$$Y = K \cdot \sum_{\lambda=380}^{780} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot Y(\lambda)$$

$$Z = K \cdot \sum_{\lambda=380}^{780} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot Z(\lambda)$$

где: K — коэффициент приведения яркости (объекта), к точке системы координат.

В 1976 году комиссия разрабатывает математическую модель — L^*, a^*, b^* .



Ил. 17. График кривой спектра источника освещения $S(\lambda)$

Цветовое пространство L^*, a^*, b^* представлено в трех размерностях. Все цвета с равной яркостью все еще лежат на одной плоскости модели. Здесь Вы можете видеть, что плоскость имеет две оси — ось слева направо a^* ось b^* от основания до вершины.

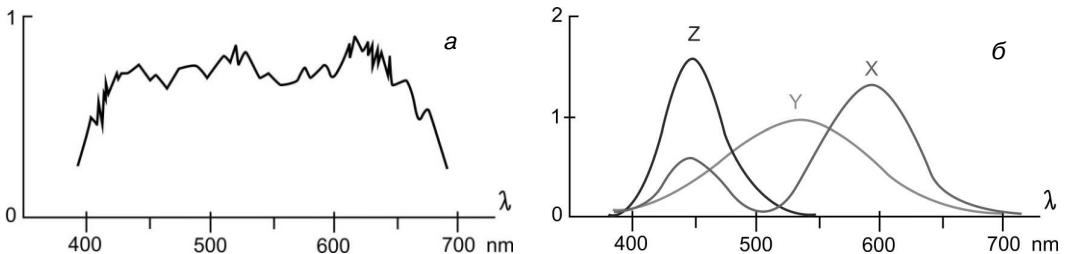
$$L^* = 116(y/yn)^{1/3}$$

$$a^* = 500 \cdot (x/xn)^{1/3} - 3y/yn^{1/3}$$

$$b^* = 500 \cdot (z/zn)^{1/3} - 3y/yn^{1/3}$$

где: x, y, z — координаты точки белого; xn, yn, zn — координаты точки нужного цвета. (CD: цв. ил. 38)

Внешний периметр цветового круга несет цвета — красный и зеленый, желтый и синий, — противополож-



Ил. 18. Кривые сложения (смешения) цветов стандартного наблюдателя

ные цвета — находятся напротив друг друга: противоположный красному — зеленый, противоположный синему — желтый. Перемещаясь от центра, по оси a^* оценивается местоположение цвета относительно оси красный-зеленый. Ось b^* оценивает местоположение цвета относительно оси синий-желтый. Яркость, увеличивается от основания модели к вершине. Трехмерная цветовая модель L^*, a^*, b^* . (CD: цв. ил. 39)

Вы можете назвать каждый цвет точно, задавая значения яркости, и величины смещения по осям a^* и b^* . В реальном мире, тем не менее, это неудобно, представьте, что вы заказываете галстук цвета: $L^* = +43,51$; $a^* = +15,45$ и $b^* = -22,85$. В цифровом мире аппаратно независимая модель представления цвета необходимость

в частности как промежуточное цветовое пространство при переводе цвета из одного аппаратно-зависимого пространства в другое. Используя L^*, a^*, b^* в программе Photoshop, обратите внимание, что Adobe выбрала D50, two degree observer L^*, a^*, b^* . И снимая показания L^*, a^*, b^* с помощью спектрофотометра выбирайте его же.

COLORCUBE — трехмерная модель, с помощью которой можно изучать или преподавать теорию цифрового цвета. Это элегантное представление цветов ликвидирует пропасть между аддитивной и субтрактивной системой цветов, а также определяет методы, с помощью которых цвета хранятся, обрабатываются и воспроизводятся в компьютерной технологии. (CD: цв. ил. 40)

Глава II

ПСИХОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЦВЕТА

Развитие зрительного восприятия цвета

Новорожденный ребенок, начинающий «видеть», сначала различает контрасты светло-темно, потом учится воспринимать движения, и затем он начинает воспринимать образы и формы. Узнавание цвета — это последняя ступень восприятия окружающего мира.

Психологические особенности развития восприятия цвета достаточно хорошо и полно были разработаны английским ученым профессором

М. Люшером. Его знаменитые тесты дают интересную специфическую информацию и для художников. Цветовой тест построен на основе функциональной психологии и физиологии. В его тесте «структура» и основное значение цвета остается постоянным. Эта структура определяется как «объективное значение» цвета. Темно-синий цвет означает, например, «покой», безразлично, нравится он кому-либо или нет. Напротив, «функцией» Люшер обозначил «субъективную позицию относительно цвета», которая

различна у различных людей. Один может находить определенный цвет приятным, другому он может казаться скучным, третий может относиться к нему индифферентно, тогда как четвертому этот цвет может показаться отвратительным.

Подопытная личность избирает цвета в последовательности от наиболее приятных до наиболее неприятных. Цвет, который нравится ей больше всех, стоит на первом месте. К цвету, который она избирает последним, и который стоит на восьмом месте, она испытывает наибольшее неприятие или наименьшую склонность. Разрядное положение, которое цвет занимает в ряду, называется «функцией».

В начале ряда мы находим цвета, которым отдается решительное предпочтение. Затем следуют разряды менее сильного предпочтения, затем зона индифферентности, в конце ряда стоят отвергнутые цвета.

Отдельные разряды обозначаются следующими характеристиками (табл. 5).

Таблица 5. Цветовые предпочтения по М. Люшеру

Предпочтение цвета	Оценка
Сильное предпочтение цвета	+ (знак плюс)
Симпатия к цвету	× (знак умножения)
Безразличие к цвету	= (знак равенства)
Неприятие цвета	- (знак минус)

Функция (разрядное значение) цветов

Первое место: решительно предпочитаемый (наиболее приятный) цвет: оно обозначает «обращение к чему-либо» и обозначается знаком «+». Оно показывает «тактический метод» человека, избираемый им, и средства, на которые он полагается или которыми он пользуется для достижения своей цели. Темно-синий в качестве этой позиции означает: сейчас мне нужен покой.

Второе место: также помечается знаком «+». Оно показывает истинную цель. Например, если темно-синий цвет стоит на втором месте, то исследуемая личность пытается добиться состояния «покоя».

Третье и четвертое места: оба характеризуются знаком «×». Цвета в этих разрядах показывают состояние, в котором мы себя ощущаем, или собственную диспозицию, самочувствие. Темно-синий цвет в обоих этих разрядах «×» означает, что выбравший их находится в спокойном состоянии и чувствует себя спокойно и невозмутимо.

Пятое и шестое места: перед ними стоит знак индифферентности «=». Цвета в этих разрядах не отвергаются, они соответствуют состоянию избравшего их. Они определяют собой свойства, которые в настоящий момент для него прекратили свое действие и сейчас более не действуют. «Индифферентный» цвет – это, свойство, не используемое актуально, которое, не являясь в данный момент подходящим, «приостановлено» в своем действии, но которое снова может быть

быстро «отозвано из отставки» и снова начать свое действие.

Например, если темно-синий цвет (покой) находится в разрядах индифферентности, то «покой» в настоящее время не является действенным: в настоящий момент в наличии имеется беспокойная раздражительность.

Седьмое и восьмое места: имеют перед собой знак «-» и означают «противонаправленность». Цвета, которые избирающий отвергает как несимпатичные, представляют собой ту самую потребность, которая тормозится целесообразным преимуществом. Если бы потребность оказалась спонтанно удовлетворенной, то последствиями оказались бы неприятности. Иными словами, отвергнутые цвета показывают потребность, которую тормозят по соображениям целесообразности. Например, если темно-синий стоит в обоих этих разрядах, то потребность покоя невозможно удовлетворить спонтанно, потому что в условиях, воспринимаемых как враждебные, каждый отдых, увлечение и привязанность имели бы следствием неудовлетворительную зависимость: — Я не могу позволить себе покой.

Если читать таблицы оценок в соответствии с этими описаниями, то можно прийти к очень дифференцированному анализу.

Толкование функций

Цвета никогда не меняют свое основное значение — «структура» остается постоянной. Однако их разрядное значение (функция) в цветовом ряду модифицирует толкование.

Каждая профессия, где пользуются этим тестом, имеет свой профессиональный язык, не только психолог и консультант по вопросам брака, но и психиатр, врач, консультант по вопросам воспитания и криминалист. Каждый мог бы пожелать, чтобы таблицы были составлены на его профессиональном языке. Желательно было бы иметь дополнительно особые формулировки, касающиеся возраста и пола, социальных условий и медицинских диагнозов и психотерапевтических мер. Попытка удовлетворить всем требованиям перегрузила бы таблицы. Поэтому они составлены так кратко как это только было возможно.

Концепция цвета была выработана Гёте: все темные цвета успокаивают, светлые возбуждают. Из тьмы выходит первым синий цвет, из света — желтый. Это основные цвета, из них идут остальные. Цвета могут оказывать физическое (очень мимолетное) и психическое (при долгом взгляде на определенный предмет) воздействие.

Цвета воспринимаются через ассоциацию, например, синий — холодный. От зрения восприятие цвета идет на органы и доходит до тактильных ощущений.

Из всей области психологического познания цвета, которое проверено статистически и с помощью клинического контроля, в данной работе подробно рассматриваются три основных цвета: красный, синий, и желтый, а также их «модификационные цвета»: фиолетовый, коричневый, серый, черный и белый.

1. Психологическая характеристика красного цвета

Красный цвет

К красному цвету примешивают немного желтого, чтобы получить оранжево-красный. В тесте используется не чисто красный цвет потому, что с помощью оранжево-красного цвета намечаемое воздействие может быть усилено.

Проведем эксперимент со студентами: на несколько минут покажем оранжево-красный цвет теста. До и после эксперимента измерим им пульс, давление крови и частоту дыхания. В ходе экспериментального исследования от воздействия оранжево-красного цвета вегетативные функции организма повысились. Когда студентам показали темно-синий цвет теста, их нервная система реагировала обратным образом — наступало успокоение: пульс становился спокойнее, давление крови снижалось, а дыхание замедлялось. То, что произошло со студентами, случается со всеми людьми. «Язык» цветов интернационален. Он не связан с расой и культурой. Даже на животных цвета оказывают такое же действие. Другие наблюдения показывают, что некоторые животные реагируют на цвета особенно сильно и даже могут изменять цвет кожи в зависимости от окружения. Определенные рыбы изменяют свою окраску в зависимости от цвета дна, над которым они в данный момент проплывают. Раки,

а также лягушки могут с помощью гормонов быстро изменять цвет своего тела. Так как они используют эту способность для маскировки, мы знаем, что они видят окраску окружающей среды и настраиваются на нее. О том, что и мы, люди, специфически реагируем на цвета, было известно уже давно. Как это происходит физиологически, в настоящее время выяснено только частично.

Промежуточный мозг через гипофиз и нервную систему регулирует взаимодействие органов. Если регуляция настроена на ускорение и повышение функциональной способности (эрготропная), то состояние возбуждения нервов соответствует частоте колебаний оранжево-красного цвета. Если вегетативная нервная система настроена на замедление, успокоение и отдых (трофотропная), то ей соответствует темно-синий цвет.

Многие люди, склонные к возбуждению и не выдерживающие его в течение продолжительного времени, предпочитают темно-синий цвет. Они ищут покоя, разрядки и отдыха. Их цель — иметь возможность жить в мире и гармонии. Так как их общее, психическое и вегетосоматическое нервное состояние более не выдерживает возбуждающих воздействий, то они отвергают возбуждающий красный цвет.

Тот, кто отклоняет красный цвет как несимпатичный, находится в состоянии перевозбуждения и легко раздражается. Он чувствует себя в таком состоянии, которое можно сравнить с пылающим красным цветом. Если

кто-либо «загорается» яростью, то про него говорят: «Он видит красное». В таком состоянии совершенно не выносят раздражающий красный цвет и воспринимают его не как собственную силу и мощь, а как возможную угрозу.

Тот, кто отклоняет красный или какой-либо другой основной цвет (синий, зеленый, желтый) как не-симпатичный, конечно, испытывает страх не перед красящим веществом, а перед действием, которое вызывает этот цвет в его чувствах, например, возбуждение при красном цвете.

Возбуждающее действие красного цвета может проявиться как в любви, так и в ярости. Среди немногих художников, которые сумели словами сформулировать то, что выражает цвет — очень точно описал красный цвет К. Петров-Водкин, не раскрывая при этом его психологического значения. Об оптически чистом красном цвете он сказал, что тот действует «проникновенно как очень живой, полный воодушевления, беспокойный цвет, не обладающий легкомысленным характером желтого, используемого направо и налево». (CD: цв. ил. 41)

В 1885 году В. Ван Гог с восхищением открыл: — «Цвет сам по себе что-то выражает». В отношении своей картины «Ночное кафе» он писал в сентябре 1888 года: «В своей картине “Ночное кафе” я попытался выразить, что кафе является таким местом, где можно разорить себя, сойти с ума, совершить преступление. В конце концов я попытался с помощью контрастов нежно-розового, кроваво-красного и цвета дрожжей — все в атмосфере

огненного ада — выразить притягательную силу мрака пивного заведения». (CD: цв. ил. 42)

Красный цвет возбуждает, а поэтому импонирует наблюдателю. Поэтому одеяния королей, кардиналов и отделка tog сенаторов были красными. Но пурпурный с его холодной долей синего цвета действует еще более впечатляюще и одновременно сдерживающе. Этот цвет можно охарактеризовать словами «роскошный» или «великолепный». По этой причине в театрах до последнего времени занавес и сидения были, конечно, всегда красными. В религиозной символике цвет используется также со смыслом. Красный является символом пылкой любовной страсти, которая возникает как пламя в головах освещенных духом. (CD: цв. ил. 43)

В красный цвет окрашено также знамя русской революции. Да, красное по своей сути — революция, переворот. Красное — это полное энергии проникновение и преобразование, когда оно варьируется с желтыми тонами (цвета красной киновари). Кто по своей натуре полон жизненной силы и энергии, а, следовательно, наделен чувством собственного достоинства, которое соответствует красному цвету, тот чувствует себя могущественным. Тот же, кто слаб и встречает сильного, воспринимает последнего, как угрозу. По этой причине в красный цвет окрашивают предметы, указывающие на угрожающую опасность. Красный сигнал светофора заставляет водителя остановиться, чтобы избежать угрозы столкновения. Противо-

пожарное оборудование и пожарные автомашины окрашены в красный цвет, так как они должны выражать высшую степень тревоги. Раздражающее действие красного цвета должно в данном случае превратиться в возбуждающее.

Красный цвет соответствует античному элементу «огонь», холерическому темпераменту, а по времени — современности, тогда как желтый указывает на будущее.

Красно-желтый

Чем более желтым становится красный цвет, тем сильнее раздражение переходит в возбуждение. Целенаправленная энергия оптически чистого красного цвета теряет целевую направленность и в оранжевом цвете становится раздражающим, бесцельным и изнурительным состоянием возбуждения. (CD: цв. ил. 44)

Красно-коричневый

Красно-коричневый цвет возникает при подмешивании темной краски к оранжевой. Темный цвет — это спокойствие. Темно-красный цвет — успокоение. (CD: цв. ил. 45) Этого часто не замечают люди со слабым восприятием, занимающиеся вопросами психологии цвета только с интеллектуальных позиций, не видят, что при подмешивании красок психологическое воздействие основного цвета может существенно меняться. Если красный — это раздражение и борьба, то коричнево-красный означает спокойствие и перемирие.

Коричнево-красный успокаивает, это мир без раздоров. При повышенном предпочтении этого цвета врач констатирует у пациента переутомление и истощение.

Красно-синий (алый)

В данном сочетании жизненная энергия красного цвета не погашается, а накапливается и тормозится. Импульс контролируется и сдерживается, сила также сдерживается. Отсюда возникает величественное великолепие пурпурного цвета, а в красно-синем — нежная сдержанность и утончение побуждающего импульса. (CD: цв. ил. 46)

Розовый цвет

Белизна розового цвета также уничтожает энергичную силу красного. Однако она не тормозит ее, а освобождает от целенаправленной энергии, так как белый цвет означает свободу. Розовый — это свободная, ни к чему не обязывающая возбудимость и в этом его соблазнительное обаяние. (CD: цв. ил. 47–48)

2. Психологическая характеристика синего цвета

Синий цвет

Синий цвет также легко понятен. Он отражает физиологическую и психическую потребность, а именно покой. Здесь уместно процитировать Гёте, естествоиспытателя и поэта, так как он выразил сущность синего

цвета поэтическим понятием «очаровательное ничто». Этим он не объясняет, что именно представляет собой синий цвет, а выражает оптическое впечатление словами той же тональности. Вновь на помощь приходит В. Кандинский: «Склонность синего цвета к глубине настолько велика, что он становится интенсивнее именно в более глубоких тонах и действует “характернее”, проникновеннее. Чем глубже синий цвет, тем больше он зовет человека в бесконечность, будит в нем стремление к чистому и сверхчувственному. Синий — это типично небесный цвет. С большим проникновением он развивает элемент покоя. Склоняясь к черному, он приобретает примесь нечеловеческой печали. Он как бесконечное углубление в серьезное, где нет и не может быть конца».

«Синий — чрезвычайно мягкий и охлаждающий контраст по отношению ко всему беспокойному, яркому, давящему, утомляющему, это картина мирной нежности и улаждающей свежести; это сама хрупкость по сравнению со всей материальной громоздкостью и тяжестью».

Кандинский толкует синий цвет как концентрическое движение. Гёте в параграфе 781 своего учения о цветах говорит: «Насколько охотно мы следуем за удаляющимся от нас предметом, настолько же охотно мы смотрим на синий цвет, и не потому, что он на нас наступает, а потому, что он влечет нас за собой».

Кандинский описывает: — «Желтый получает движение из центра и почти приближается к человеку,

а синий развивает концентрическое движение (как улитка, вползающая в свой домик) и удаляется от человека. Одновременно он чувствует, что в синем можно утонуть».

Чтобы повысить основное значение синего цвета, а именно, усилить чувство покоя, в тесте Люшера используется темно-синий цвет. (СД: цв. ил. 49)

Темно-синий вызывает безмятежный покой, удовлетворение, верность. При рассмотрении темно-синего цвета наступает вегетативное успокоение. Пульс, давление крови, частота дыхания и функции бодрствования снижаются и регулируются трофотропно. Организм настраивается на успокоение и отдых. При заболевании и переутомлении потребность в синем цвете повышается. Восприимчивость и готовность к боли повышаются.

Темно-синий цвет — как и каждый из четырех основных цветов — является цветовым выражением одной из основных биологических потребностей: физиологически — покоя, психологически — удовлетворения. Удовлетворение означает наступление мира и удовлетворенности. Кто находится в подобном уравновешенном, гармоничном состоянии без напряжения, чувствует себя на своем месте: в тесной связи с окружающим и в безопасности. Синий цвет выражает единение, тесную связь. В народе говорят: «Синий цвет — верность». В состоянии единения с окружающим отмечается особая чувствительность к переменам. Поэтому синий цвет отвечает всем видам чувствительности.

Из основного значения синего цвета развивается бесконечное множество особых значений и возможностей, из которых здесь упоминаются только некоторые. Синий цвет как повышенная восприимчивость является предпосылкой способности проникновения, эстетических переживаний и глубокомысленных размышлений.

Символически синий цвет соответствует спокойной воде, флегматичному темпераменту, женскому началу, левой стороне, горизонтальному направлению, плавному почерку. Вкусовое ощущение синего цвета — сладость (поэтому раньше головки сахара заворачивали в синее); чувственное восприятие — нежность, а его орган — кожа. Определенные аллергические воспаления кожи могут быть связаны с утратой нежности, любви и с нарушением семейных взаимоотношений.

Родственный санскриту язык Pali называет предпочтительный для медитации темно-синий цвет одним словом «nila». Это говорит о том, что уже в Древней Индии темно-синий цвет воспринимали как наиболее типичный оттенок. Это исполнение идеала единения (голубой цвет романтизма); это — тесная связь с праматерью, преданность и доверие, любовь и самопожертвование (синее одеяние Богоматери на иконах). Синий — выражает вечность, а поэтому традиции.

Светло-синий (голубой) цвет

Светло-синий наряду с красным является наиболее популярным, если он избирается просто как цвет, а в не-

каких-либо определенных целях. Его психологическая характеристика — беззаботное веселье. Светло-синий не обременен ни тяжестью темного, ни беспокойством красного, ни холодной сдержанностью и застоём зелено-синего. Светло-синий — цвет беспечности и беззаботности, так как он не предъявляет претензий и поэтому не принимает обязательств. Светло-синий — это «очаровательное ничто», о котором говорит Гёте. (CD: цв. ил. 50)

Сине-зеленый цвет

Светлый сине-зеленый, или бирюзовый — самый холодный из всех цветов. По этой причине его наиболее целесообразно использовать там, где необходимо оптически создать освежающую прохладу. Он желателен в жарких странах, в горячих фабричных цехах, в помещениях с душливым и тяжелым запахом. Это цветовое воздействие используется в освежающих напитках, освежающих сигаретах или зубных пастах с ментолом.

Легко складывается впечатление, что в ледяном холоде сине-зеленого цвета должны гибнуть все биологические организмы, следовательно, и бактерии. Поэтому средне светлый бирюзовый цвет кажется таким стерильным.

Темный сине-зеленый приобретает жесткость и тяжесть упрямого своенравия, внезапной изоляции и закоренелой гордости. На заводах сумеречный сине-зеленый цвет используется для несущих стальных конструкций, особенно, если опоры находятся

перед стеной из светло-серого бетона или силикатного кирпича или перед стеной из красноватого кирпича. (CD: цв. ил. 51–52)

Фиолетовый цвет

Последняя цель красного, импульса к переживанию и завоеванию, — успокоение в удовлетворении. Красный находит свое разрешение в синем.

Синий, мирный и расслабленный покой, имеет целью восстановление, накопление сил для глубоких переживаний и действенных завоеваний. Синий находит свое смысловое разрешение в красном. Оба пути ведут к единению. Красный путь достигает отождествления через боевое завоевание. Синий путь стремится к отождествлению через самопожертвование.

Оба цвета, красный и синий, стремятся к отождествлению, единению и слиянию в виде любви. Красный путь — мужской — патриархальный. Синий путь — женский — матриархальный.

Мужской — красный и женский — синий сливаются в фиолетовый. 75% детей до наступления половой зрелости, в возрасте с недифференцированными половыми признаками, предпочитают фиолетовый цвет. Среди умственно отсталых детей фиолетовый цвет выбирают 80% детей. Цвету, который не отделяет мужского красного от женского синего, часто отдают предпочтение гомосексуалисты. По средним статистическим данным фиолетовый цвет предпочитают также беременные женщины, однако

сразу после родов этот цвет либо совершенно отвергается ими, либо избирается на основании индивидуального вкуса.

Крупный и в свое время известный психолог Вильгельм Вундт приписывал фиолетовому цвету, на основании его связи с красным и синим, одновременно склонность к мрачно-меланхолической серьезности и взволнованно-тоскливому настроению. При этом Вундт, видимо, имел в виду сумеречный фиолетово-синий цвет. Ученик Вундта Стефанеску-Гоанга метко охарактеризовал действие этого цвета как «завуалированное возбуждение». Как в средневековой живописи на стекле (роспись окон в церквях), так и в сохранившемся до сегодняшних дней римско-католическом церковном культе, фиолетовый является цветом искреннего раскаяния, смирения, кротости, святого уединения. Фиолетовый аметист в перстне кардинала означает воздержанность. Фиолетовый — это цвет, который не так просто понять.

Красный и синий, мужской и женский, активный и пассивный — эти две противоположности в фиолетовом уничтожаются.

Кузанус (*Николай Кузанский*, 1401–1464) различал 4 ступени познания. «Наивысшая», которая одновременно содержит в себе предшествующие — это «мистическое созерцание». В этом единстве сливаются даже созерцающий субъект и созерцаемый объект, извечное противоречие переживания и мышления. Этим последним слиянием и уничтожением всех

противоречий и противоположностей «uniomystica» является фиолетовый цвет, который является также «participation mystique», магическим отождествлением, например, между человеком и животным, так называемым тотемом.

Фиолетовый цвет — это уничтожение субъективно-объективных противоположностей, мистическое, магическое, волшебное, способное разрушить противоположность между желанием и действительностью. В этом его притягательность и очарование.

Слияние противоположностей, отождествление их в любом процессе переживания и мышления всегда радикальны и часто трагичны. Синий покой будоражится красным импульсом и побуждается к восприятию воздействий окружающей среды. Но и наоборот: красный импульс тормозится синим покоем, накапливается, дозируется, дифференцируется и доводится до такого совершенства, что возникает чувственная восприимчивость. Эти колебания между красным и синим, между импульсивным желанием и осмотрительной восприимчивостью дают другое значение фиолетового цвета, а именно — чувствительность. Если в тесте Люшера отдается предпочтение фиолетовому цвету, то в этом следует усматривать «захвативший интерес» и потребность в чувственном отождествлении, которое приобретает совершенно другой характер, если вторым любимым цветом является побуждающий, сексуальный красный, а не сентиментальный спокойный си-

ний; фиолетовый с красным выдает повышенную эротическую возбудимость, тогда как фиолетовый с синим свидетельствует о «захватившем интересе» ко всем возможным проявлениям нежной чуткости.

В Америке и Средней Европе фиолетовый цвет отвергается в тесте как неприятный, особенно интеллектуально развитыми людьми и людьми искусства. Напротив, из 1000 персов 450 из двух наиболее любимых цветов отдали предпочтение фиолетовому. На основании социологических исследований конъюнктуры рынка и фирменных товаров, и используя статистические данные цветового теста, полученные В. Рисом напрашивается вывод: чем выше и рациональнее культура, тем менее присуща человеку способность к счастливому слиянию, ибо тем чаще он отклоняет фиолетовый цвет.

В современной культуре фиолетовый цвет стоит примиряющим, гармонией противоречий. (СД: цв. ил. 53–57)

3. Психологическая характеристика зеленого цвета

Зеленый цвет

Кандинский превосходно охарактеризовали достаточно полно объяснил психологическую особенность зеленого цвета: «Синий, как противоположное движение, тормозит желтый, при этом, в конце концов, при дальнейшем добавлении синего, оба

противоположных движения взаимно уничтожаются и возникают полная неподвижность и покой. Это — зеленый цвет. В зеленом цвете желтый и синий скрыты как парализованные силы, которые могут вновь активизироваться. В зеленом заложена жизненная возможность, которая совершенно отсутствует в сером»¹. Дальше Кандинский справедливо отмечает: «Абсолютный зеленый — самый спокойный цвет из существующих. Он никуда не движется и не имеет призвука радости, печали, страсти. Он ничего не требует, никуда не зовет. Это неподвижный, довольный собой, ограниченный в пространстве элемент. Зеленый цвет похож на толстую, очень здоровую, неподвижно лежащую корову, способную только пережевывать пищу и глазающую на мир глупыми, тупыми глазами. Наш глаз находит в нем реальное удовлетворение. Если оба исходных цвета смешать в равных пропорциях, чтобы ни один из них не выделялся, то глаз и душа отдыхают на этой смеси, как на чем-то простом. Не хочется и нельзя двигаться дальше»². Выступающее и возбуждающее движение желтого цвета и противоположное ему успокаивающее и отступающее движение синего в зеленом взаимно уничтожаются и консервируются. Поэтому зеленый цвет статичен. Зеленый не обладает действующей наружу кинетической энергией, а содержит заключенную в себе потенциальную

энергию. Но эта «заряженная» энергия не покоится в прямом смысле слова, а отражает внутреннее напряженное состояние и не выходит наружу. Когда Кандинский пишет: «Пассивность — наиболее характерное свойство абсолютного зеленого», он, как и некоторые другие, видимо, путает статику с пассивностью. Но именно это статическое состояние он и имеет в виду, когда сравнивает зеленый цвет с неподвижно лежащей, способной лишь пережевывать коровкой с глупыми, бессмысленными глазами. Заключенная в себе заряженная энергия может, как и во всех твердых телах, иметь, в зависимости от плотности молекулы, различное напряжение, твердость или силу сопротивления.

То же относится и к зеленому цвету. Чем больше добавляется к зеленому затемняющего синего, тем сильнее, «холодное», напряженнее, строже и устойчивее психологическое воздействие цвета. Чем больше добавляется осветляющего, растворяющего желтого, тем легче, «теплее», расслабление, мягче и гармоничнее действует зеленый. Говорят: «Я радуюсь, я сержусь, я удивляюсь, я стыжусь, я спрашиваю себя» и т.д. В человеке происходит, очевидно, много такого, о чем он более или менее точно знает, что это касается его самого. И чем внимательнее себя наблюдаешь, тем очевиднее становится осознание того, как много мы занимаемся собой и как мало другим, а именно объективной действительностью. Однако эта самонаправленность должна в определенной степени оставаться и, например, вы-

¹ *Kandinsky W. Uber das Geistige in der Kunst, insbesondere in der Malerei. Munchen, 1912. P. 74.*

² Там же.

ражаться в способности ограничивать себя, сдерживаться или радоваться тому, что имеешь. Зеленый цвет, как состояние внутреннего напряжения, выражает «я» или отношение человека к себе самому. Различные оттенки зеленого цвета показывают разное отношение к себе самому. Чистый как кристалл, жесткий сине-зеленый цвет предпочитают люди, которые предъявляют к себе жесткие требования, которые возводят свои воззрения в принцип и добиваются его выполнения с непримиримой последовательностью. Оставаться верным себе, выполнять самим же избранное обязательство, скорее уединиться со своей обидой, чем капитулировать и приспособливаться — этого требует гордость сине-зеленой саморегуляции. Это, собственно, высшая степень волевого напряжения, но оно предъявляет чрезмерно высокие требования к вегетативной нервной системе, так как достаточная разрядка отсутствует.

Чистый зеленый цвет, который Кандинский сравнивает с «так называемой буржуазией», не пытается как сине-зеленый перерасти самого себя, а только стремится к самоутверждению. Чисто зеленый — абсолютно консервативен. Люди, которые предпочитают чисто зеленый, стремятся благодаря твердости приобрести манеру уверенно держаться. Они стремятся к самоуверенности и к уверенности вообще. Так как они чувствуют себя обеспеченными и уверены в признании со стороны окружающих, то в действительности выглядят обывателями. Конечно, зеленому присущи

и положительные консервативные качества, как настойчивость и выдержка. С другой стороны, опыт теста показывает, что люди экстравагантные и эксцентричные, а также люди, отличающиеся нарочитой оригинальностью, считают чисто-зеленый цвет несимпатичным. Они надеются добиться успеха без настойчивого прилежания благодаря своей «гениальности» или по крайней мере «личной индивидуальности».

Так как зеленый цвет выражает саморегуляцию и самооценку, то он имеет большое значение для психологии тестов и медицинской обработки цветового теста.

Если состояние напряжения остается фиксированным, когда пациент в тесте Люшера слишком часто отдает предпочтение сине-зеленому цвету, то он чрезмерно перенапрягает себя физически. (CD: цв. ил. 58–60)

Зелено-синий цвет

Так же как и при красном цвете синеватые или коричневатые оттенки не меняют его основного значения, а только сильно видоизменяют в пределах этого значения, так и зелено-синий при отклонении его к чисто-темно-синему или красно-синему частично приобретает противоположное значение. Однако, основное значение остается: любой синий передает сферу душевности, т.е. вид, продиктованной чувством самоотдачи. И все же при зелено-синем зеленый цвет приносит оттенок напряженности и самоутверждения и бло-

кирует чувство самоотверженности. С точки зрения взаимоотношений людей это можно охарактеризовать как гордую манеру держаться. Сумеречный зелено-синий означает «притязание на собственную ценность». В темном зелено-синем цвете гордость переходит в замкнутость, оригинальность и упрямое самовозвеличивание. Этот цвет выражает стойкий, оборонительный эгоцентризм, который исчезает в светлом зелено-синем цвете. (CD: цв. ил. 61)

Зелено-желтый цвет

Если к чистому желтому подмешать едва заметное количество зеленого, то желтый будет выглядеть более холодным и более светлым. Ясность и свет противоречат инстинктивным требованиям, которые легко отвергают нас в конфликтные ситуации и отягощают нас. Кто предпочитает зеленоватый лимонно-желтый, тот тормозит движущие импульсы, контролирует себя, наблюдает за другими и за своим поведением, чтобы не вступать в конфликт. Это поведение, зачастую поддерживаемое критическим, острым интеллектом, служит самозащитой. (CD: цв. ил. 62–64)

Коричнево-зеленый цвет

При коричнево-зеленом цвете маслин к чистому зеленому подмешивают, например, желтый и черный, но не синий. Таким образом, оливково-зеленый раскрывается благодаря желтому. Однако в результате одновременного затемнения он приобретает

дополнительное значение чувственной пассивности. Тот же, что выходит наружу только с пассивной чувствительностью, далеко не продвинется. «Ближайшее, что я встречаю и с чем чувствую себя в тесном родстве, — мое собственное тело и после этого тела других». Поэтому коричнево-зеленый выражает ощущения собственного тела и чувственные восприятия. Кто предпочитает коричнево-зеленый, тот хотел бы наслаждаться состоянием, благотворно влияющим на чувства и содействующим отдыху. (CD: цв. ил. 65–67)

4. Психологическая характеристика желтого цвета

Желтый цвет

В природе солнце редко окрашено в желтый цвет, мы видим его как ослепляющий свет или как сияющий оранжевый, когда оно стоит над горизонтом. И все же представление о желтом цвете легко увязывается у нас с солнцем, как и у детей, рисующим солнцем желтым. Все, что озаряется солнцем, становится светлым и благодаря световому рефлексу получает желтоватый отблеск. Желтый цвет воспринимается нами как солнце, светлым и сверкающим. Желтый цвет — легкий, сияющий, возбуждающий и поэтому согревающий.

После белого лучше всего отражает падающий свет желтый. Создается впечатление, будто бы свет скользит по светлой поверхности и не прони-

кает в темную внутреннюю глубину.

Тяга к поверхности характерна для желтого цвета во многих отношениях. Яркость желтого и полированная, блестящая поверхность дополняют друг друга, создавая великолепие блестящего золота. Желтый, как цвет поверхности, не скрывает тайн, и ни Гёте, ни Василий Кандинский не открывают нам о сущности желтого цвета ничего такого, чего бы мы не воспринимали сами.

Гёте: «Этот цвет наиболее близок к дневному свету. В своей высшей чистоте он всегда несет с собой природу светлого, ему присущи радость, бодрость, нежное возбуждение. Из практики известно, что желтый производит очень теплое, приятное впечатление. Этот эффект теплоты лучше всего проявляется, когда смотришь на природу через желтое стекло, особенно в пасмурные зимние дни. Глаз радуется, сердце переполняет восторг, душа поет, кажется, что на нас повеяло настоящим теплом».

Кандинский также указывает на то, «что желтый настолько склоняется к светлому (белому), что вообще не может быть очень темного желтого. (Например, в языке Pali имеется только слово для обозначения светло-желтого, но нет слова для обозначения темно-желтого. Сравни с выше приведенным значением в отношении темно-синего). Рассматривая окрашенный в желтый цвет круг, видишь, что желтый излучает свет, движется из центра и почти зримо приближается к человеку». Он чувствует «первое движение желто-

го — стремление к человеку, которое может стать назойливым (при усилении интенсивности желтого), и второе движение желтого — стремление перешагнуть границы, рассеять силы в пространстве... и бесцельно излиться во все стороны.

С другой стороны, желтый беспокоит человека, возбуждает его и отражает характер выраженной в этом цвете силы, которая становится дерзкой и навязчивой. Это свойство желтого, тяготеющего к более светлым тонам, может достичь невыносимой для глаза и души высоты и силы. В этом случае он звучит как все более громко и резко поющая труба или высокий звук фанфар».

Если к зеленому свету добавить красный (аддитивное смешение цветов), то получится желтый. Это оптическое объединение обоих цветов в желтый соответствует и психологическому началу желтого цвета.

Красный как возбуждение, а зеленый как напряжение создают в результате состояние возбужденного напряжения. Как из красного и зеленого появляется другой цвет, желтый, так и возбужденное напряжение приводит к другому психическому состоянию: к взрыву, к разрядке, к эксцентрическому расслаблению, как, например, смех после фразы, раскрывающей смысл анекдота. Желтый — выражает эксцентрическое разрешение возбужденного напряжения.

Зеленый цвет — это концентрическое напряжение и инерция; желтый же — эксцентрическая разрядка и изменение.

Если мы сравним зеленый с заряженной, статической, потенциальной энергией, то желтый соответствует разряженной, динамической, кинетической энергии.

Чтобы более наглядно продемонстрировать, что означает процесс освобождения и что представляет собой с психологической точки зрения желтый цвет, можно провести символическое, но не совсем научно оправданное сравнение с куском сахара, растворяющимся в воде. Вода преодолевает силы сцепления, действующие в кристаллическом сахаре, таким образом, что форма сахара «растворяется» и «изменяется». Напряженное состояние, способствующее кристаллизации сахара, исчезает благодаря «раздражающему действию» воды или, другими словами, «раздражающее действие» воды снимает внутреннее напряжение и вызывает изменение формы. Из этого простого образного сравнения следует, что желтый цвет нужно понимать, как изменение и как снятие напряжения с помощью раздражающего действия. После краткого «желтого» состояния наступает покой «синего цвета».

Предпочтение желтого цвета остальным означает поиск освобождения. Всегда, когда в восьми цветовом ряду зеленый и желтый стоят рядом и образуют одну группу, то напряжение и разрядка объединяются в целях непосредственного снятия и нейтрализующего выравнивания напряжений. Кто оказывает предпочтение зеленому и желтому, нужда-

ется в немедленном подтверждении, что его ценят, уважают.

Если зеленому отдается предпочтение как полюсу напряжения, а желтый отвергается как полюс разрядки или снятия напряжения, то это состояние можно сравнить с батареей, которая отдала много напряжения и вновь должна быть заряжена. Подобное отношение к этим двум цветам проявляют люди, которые хотят быть твердыми, чтобы не поддаться чуждому им влиянию, или из боязни осрамиться нуждаются в уверенности. Если же, наоборот, отвергается зеленый, так как давление напряжения становится невыносимым, в то время как желтому цвету, снимающему напряжение, отдается предпочтение, то это состояние можно образно сравнить с перезаряженной, «кипящей» батареей.

Если оба полюса — напряжение (зеленый) и разрядка (желтый) — не замыкаются в группу, а связываются с возбуждением (красный), то все три они дают в результате «эрготропную функциональную группу».

И, наоборот, в случае сочетания зеленого и желтого с синим, покоем, в этих трех цветах выявляется «трофотропная группа отдыха».

Желтый — это основной цвет. Он выражает основную психическую потребность — раскрыться. В развитии и раскрытии заложен индивидуальный смысл всех изменений. В них заключена надежда, стремление к радости, к счастью. Предпочтение желтого цвета наблюдается у людей, которые отправляются в дальние путешествия, гонимые тоской по дальним

странам; увлекающиеся полетами отрывающиеся от окружающей действительности.

От напряжений (зеленый) и неумолимой последовательности реальной жизни некоторые скрываются в мир идеологических представлений (желтый). Считается, что желтый является цветом озарения, поэтому ореол Христа и святых (Будда и др.) также желтый.

Желтый как цвет разрядки, освобождающей от раздражающего напряжения. Если же напряжение ожидания и надежды не оправдываются, то возникает неприязненное чувство, которое народная молва приписывает желтому цвету: «Желтый – цвет зависти».

Цветовой тест констатирует тревожное состояние: когда отчаявшийся «хватается за соломинку» и хочет принудительно вызвать последнюю надежду, то он еще раз отдаст предпочтение желтому цвету, но вместе с принуждающим черным. Он зачастую, так же, как и Ван Гог, в последней картине которого (июнь 1890) черные вороны кружат под черносиними грозowymi тучами над волнующим желтым пшеничным полем, стоит на грани самоуничтожения.

Во временном отношении зеленый выражает законсервированную продолжительность, желтый же соответствует неопределенному будущему и неосуществимым возможностям. Желтый возбужденно-напряженно стремится к развязке, т.е. вперед, к новому, современному, к предполагаемому лучшему будущему. (CD: цв. ил. 68–69)

Желто-зеленый цвет

Заклученная в чисто-зеленом скрытая энергия освобождается при подмешивании к нему, снимающего напряжение, желтого. Зеленый, при добавлении к нему желтого, освобождается из своего статического состояния, из своей консервации и плена: желтый выпускает его из защищающих и разделяющих стен. Поэтому действие желто-зеленого навеивает воспоминания о цвете распускающихся из почек листьев, так как они тоже вырываются из зимнего плена. Желто-зеленый означает – распускаться, раскрываться, устанавливать контакт, желать встречи с новым. Так как именно этот цвет может воздействовать несколько навязчиво, в большинстве случаев его приглушают, подмешивая серый цвет, и он становится подходящим для деловых книг и формуляров. По сравнению с белой бумагой он выгодно выделяется, производя впечатление строгого и делового. (CD: цв. ил. 70)

Коричнево-желтый цвет

Прямо противоположное действие оказывает янтарный медово-желтый. В нем объединяются противоречия: свет и легкость желтого и темнота и тяжесть коричневого. Хотя все еще доминирует желтый как цвет самораскрытия и установления контактов, однако, вместо поверхностности и изменчивости чистого желтого коричнево-желтый выражает чувственную приятность. Предпочтение этого цвета говорит о потреб-

ности в счастливом, полном наслаждений, нежно-ласковом пребывании. (CD: цв. ил. 71–72)

Желто-красный цвет

Если к чистому желтому добавляется возбуждающий красный и полученный цвет приближается к оранжевому, то основное значение желтого, раскрытие и установление контактов, повышается в сторону активной интенсивности. Благодаря красному желтый становится полнее и весомее. Он выражает стихийное, сладострастно-радостное ощущение и переживание. Здесь нет благоразумной сдержанности или изошренности. Желто-красный и оранжевый передают атмосферу, которая часто изображалась на старых картинах голландских мастеров. (CD: цв. ил. 73)

Золотой цвет

Если желтый цвет есть выражение освобождения и счастья, то именно это его значение усиливается благодаря полированной, блестящей поверхности золота. Золото, независимо от своей покупательной способности, выражает чувство лучезарного счастья. (CD: цв. ил. 74)

5. Психологическая характеристика коричневого цвета

Коричневый цвет

Коричневый — это затемненный желто-красный. Он возникает из оранжевого, к которому подмешива-

ют черный. Импульсивная жизненная сила красного в коричневом благодаря затемнению тускнеет, сдерживается или, как говорят художники, «замирает». Коричневый теряет активный экспансивный импульс и жизненную ударную силу красного. У коричневого остается только жизненное состояние. Эта жизненность в коричневом, теряя активность, становится пассивной. Поэтому коричневый цвет выражает жизненные, телесно-чувственные ощущения, инстинктивное в управлении «ими». Поэтому любовь, равнодушие или отрицательное отношение к коричневому цвету информирует об отношении к собственному телу. Кто отклоняет коричневый как несимпатичный, игнорирует жизненное состояние тела.

Кто отклоняет коричневый, тот едва ли может спокойно наслаждаться приятным.

Наряду с черным коричневый отклоняется в тесте наиболее часто. Это говорит о том, насколько широко распространены конфликты во взаимоотношениях и вытекающие отсюда проблемы, а также чувство неполноценности, в результате чего многие люди в качестве компенсации всячески стремятся завоевать престиж.

Предпочтение коричневого цвета означает регрессию к физическим, жизненным потребностям. Статистические данные показывают, что очень часто к коричневому цвету с предпочтением относится также простое крестьянское население. Если в предметах обстановки большое применение находит такое органическое ве-

щество как дерево с его коричневыми тонами, то тем самым выполняются требования уюта, предъявляемые к жилым помещениям.

Осенняя и зимняя мода часто предлагает коричневые тона, так как теплый и приятный коричневый цвет наиболее отвечает условиям этих холодных времен года. (CD: цв. ил. 75–76)

6. Психологическая характеристика серого цвета

Серый цвет

Промежуточный серый не является ни цветным, ни светлым, ни темным. Он не вызывает никакого возбуждения и свободен от какой-либо психической тенденции. Серый — это нейтралитет, это не субъект и не объект, он не внешний и не внутренний, не напряжение и не расслабление. Серый, вообще, не территория, на которой можно жить, это только граница; граница как ничейная полоса, граница как контур, как разделительная черта, как абстрактное деление для расчленения противоположностей. «Сера, дорогой друг, вся теория» (Гёте, «Фауст»), если теорию понимать как абстракцию.

Если серый цвет ставят в тесте на первое место, то не хотят дать познать себя, ограждают себя от всяческих влияний, чтобы остаться невозбудимым. При сильном переутомлении оградительной (защитной) реакцией часто служит склонность к серому цвету.

Кто ставит серый цвет на последнее место, хочет приблизить к себе все, что другими легко воспринимается как вмешательство. Он находит серый цвет скучным и вытесняет его неживое спокойствие на последнее место ряда. Он стремится исчерпать все возможности, чтобы добиться цели и тем самым обрести спокойствие.

Кто ставит серый цвет на второе место, делит свой мир, с одной стороны, на компенсаторно-переоцениваемую сферу, которую характеризует цвет, поставленный на первое место, и, с другой стороны, на сферу всех других, обесцененных или вытесненных из страха цветов или жизненных возможностей.

Даже если серый стоит на третьем месте, несоответствие между принимаемыми цветами, стоящими перед серым (границей) и последующими цветами, все еще столь напряженное, что первое и второе места следует оценивать как компенсаторные.

Цвета, которые при повторном тестировании стоят то перед, то после серого, будут то появляться перед серой «стеной», то, в зависимости от того, какую форму примет конфликт, вновь скрываться за ней (за серым). Такие сопровождающие серый цвета, пока серый цвет выступает в первой половине ряда, заряжены конфликтом.

Статистический анализ подтверждает, что выборы хроматических цветов по отношению к выбору у серого, возникают в различных областях личности, так как они друг с другом не коррелируют. Свет, возбуждающий

раздражение, и темнота, вызывающая успокоение, связаны с управлением центра бодрствования ретикулярной формации ствола головного мозга, так что светло-темные выборы характеризуют состояние его тонуса и тем самым психоэнергетический уровень.

Во всех ахроматических цветах (серый, белый, черный) отсутствует дифференцированное отношение к объекту. И наоборот, выбор среди ряда хроматических цветов показывает, насколько эмоционально относительно фиксированная структура личности реагирует на окружающую ситуацию. (CD: цв. ил. 77)

Светло-серый цвет

В противоположность темно-серому светло-серый действует легко. Это роднит его с красным. Таким образом, светло-серый выражает характер тонуса свободного и возвышенного психоэнергетического состояния возбуждения. Если среди других серых тонов отдается предпочтение светло-серому, то можно предположить наличие готовности к полному и соответствующему реагированию на раздражитель. Если же светло-серый отвергается как несимпатичный, то в этом усматривается застой возбуждения, испытываемый замыкается. Он возбужден и не поддается никакому воздействию. (CD: цв. ил. 78)

Темно-серый цвет

Темно-серый воздействует так же, как и темно-синий, спокойно,

полно и тяжело. Возбуждение в данном случае приглушено или заторможено, но это еще не застой. Кто предпочитает темно-серый, тому присуща повышенная чувствительность. Для него важно достигнуть постоянного, гармоничного состояния равновесия без напряжения и возбуждения, дающего удовлетворение и исполнение желаний. Так же, как и при коричневом цвете, доминирует потребность в регрессивном, физическом и душевном удовлетворении. И, напротив, кто отклоняет темно-серый цвет, страдает от своей чувствительности. Так как ожидаемая гармония нарушена, то он отклоняет также сердечные и чувственные связи.

Серый, а также два других ахроматических цвета — белый и черный — повышают интенсивность каждого находящегося рядом хроматического цвета. Так, например, действие красного рядом с серым, белым или черным значительно интенсивнее, чем его действие рядом с одним из хроматических цветов, например, зеленым или желтым.

При цветовом оформлении необходимо учитывать следующее правило; в большинстве случаев не должно доминировать или использоваться рядом более двух цветных поверхностей. В качестве третьей поверхности следует использовать ахроматический цвет (серый, белый или черный). Так, например, зеленая дверь дома на фоне красной кирпичной стены должна иметь не цветную, а белую дверную раму. (CD: цв. ил. 79)

7. Психологическая характеристика белого и черного цветов

Выбор среди определенных хроматических цветов отражает эффективное отношение к определенным эмоциональным сферам. Выбор среди ахроматических цветов показывает эффективное и психомоторное исходное положение, вегетативный тонус и психоэнергетический уровень субъекта, причем отношение к объекту отсутствует или остается недифференцированным.

По сравнению со всеми серыми тонами белый цвет характеризуется завершенностью как конечный пункт яркости, а черный — как конечный пункт темноты.

В то время как предпочтение серых тонов отражает способ регуляции тонуса, выбор черного или белого демонстрирует абсолютное и окончательное решение («черно-белый приговор. В белом или черном кризисе какой-нибудь возбудитель ведет к необдуманной, управляемой динамической разрядке. Черный как концентрическое сгущение отражает агрессивное упорство; белый как эксцентрическое растворение — бегство.

Опыт проведения тестов показывает, что максимум 1,4% взрослых выбирают из числа ахроматических цветов белый и черный одновременно. Большею частью эти цвета избираются людьми, испытывающими сильное, психическое давление. Белый цвет является выражением раз-

решения и освобождения от всякого сопротивления, абсолютную свободу от всех препятствий и свободу для всех возможностей. Белый — *tabula rasa*, чистая доска, разрешение проблем и новое начало. Поэтому платье невесты белое. Поэтому белый цвет является символом физической смерти, если его считать началом нового воплощения или погружением в нирвану.

Кто в таблице ахроматических цветов отдает предпочтение белому цвету, тот «нуждается в освобождении от неприятных обстоятельств». Белый — граница начала и согласие; черный — это отрицание и граница, за которой прекращается «цветовая» жизнь. В среде художников эти два цвета считаются камертонами всей цветовой палитры. Поэтому иногда они говорят — «Черное — это плотное по тону “белое”, а белое — это слабое, нулевое по тону “черное”. Не случайно древнегреческие софисты каламбурили — «Белое — есть черное, черное — есть белое».

Поэтому черный цвет выражает идею «ничто»; ничто, как абсолютный отказ, как смерть или как «нет» в боевом протесте. Знамена анархических и нигилистских союзов были черными; знамя мира — белого цвета.

Черный выражает застой, защиту и вытеснение возбуждающих влияний. Кто ставит черный цвет на первое место, тот из упрямого протеста восстает против своей судьбы. Кто ставит черный на второе место, надеется, что он может от всего отказаться, если он способен насильно взять

то, что выражает цвет, стоящий на первом месте.

Если перед черным стоит синий, то к гармонии вновь должен привести абсолютный покой. Если перед черным стоит серый, то это тотальное ограждение говорит об отрицании своей судьбы с таким отвращением, что

даже хотят скрыть свои настоящие мысли и чувства. (CD: цв. ил. 80–81)

Психология цвета может способствовать сознательному и интенсивному восприятию цвета и, тем самым, усилить радостные ощущения при восприятии естественного художественного цветового оформления.

Глава III

КОЛОРИМЕТРИЯ ЦВЕТА

Цветометрия (колориметрия), наука о методах измерения и количественного выражения цвета. Последний рассматривают как характеристику спектрального состава света (в т.ч. отраженного и пропускаемого несамосветящимися телами) с учетом зрительного восприятия. В соответствии с трехкомпонентной теорией зрения любой цвет можно представить как сумму трех составляющих, так называемых основных цветов.

Выбор этих цветов определяет цветовую координатную систему, в которой любой цвет может быть изображен точкой (или цветовым вектором, направленным из начала координат в эту точку) с тремя координатами цвета — тремя числами. Последние соответствуют количествам основных цветов в данном цвете при стандартных условиях его наблюдения.

Фундаментальной характеристикой цвета, его качеством, является цветность, которая не зависит от

абсолютной величины цветового вектора, а определяется его направлением в цветовой координатной системе. Поэтому цветность удобно характеризовать положением точки пересечения этого вектора с цветовой плоскостью, которая проходит через три точки на осях основных цветов с координатами цвета, равными 1.

Свойства цветового зрения учитываются по результатам экспериментов с большим числом наблюдателей с нормальным зрением (так называемым стандартным наблюдателем). (CD: цв. ил. 82) В этих экспериментах зрительно уравнивают чистые спектральные цвета (то есть цвета, соответствующие монохроматическому свету с определенной длиной волны) со смесями трех основных цветов. Оба цвета наблюдаются рядом на двух половинках так называемого фотометрического поля сравнения. В результате строят графики функций сложения цветов,

или кривые сложения цветов, в координатах «соотношение основных цветов — длина волны спектрально чистого цвета».

Согласно закону *Германа Грассмана* (1809–1877), при данных условиях основные цвета производят в смеси одинаковый визуальный эффект независимо от их спектрального состава; по кривым сложения цветов можно определить координаты цвета сложного излучения. Для этого сначала цвет последнего представляют в виде суммы чистых спектральных цветов, а затем определяют количества основных цветов, требуемых для получения смеси, зрительно неотличимой от исследуемого цвета.

Фактически основой всех цветовых координатных систем является Международная колориметрическая система RGB (от англ. red, green, blue — красный, зеленый, синий), в которой основными цветами являются красный (соответствующий излучению с длиной волны $X = 700$ нм), зеленый ($X = 546,1$ нм) и синий ($X = 435,8$ нм). Измеряемый цвет C в этой системе может быть представлен уравнением: $C = R + G + B$, где R , G , и B — координаты цвета C . Однако большинство спектрально чистых цветов невозможно представить в виде смеси трех упомянутых основных цветов. В этих случаях некоторое количество одного (или двух) из основных цветов добавляют к спектральному цвету и полученную смесь уравнивают со смесью двух оставшихся цветов (или с одним оставшимся цветом). В приведенном выше уравнении это учитывается

переносом соответствующего члена из левой части в правую. Например, если был добавлен красный цвет, то $C + R = G + B$, или $C = -R + G + B$. Наличие отрицательных координат для некоторых цветов — существенный недостаток системы RGB.

Наиболее распространена международная система XYZ, в которой основные цвета X , Y и Z — нереальные цвета, выбранные так, что координаты цвета не принимают отрицательных значений, причем координата Y равна яркости наблюдаемого окрашенного объекта.

Недостаток цветовой координатной системы XYZ — неравноконтрастность: в зависимости от области цветового пространства на одинаковые по величине участки приходится разное число (от 1 до 20) цветовых порогов, т.е. границ различения цветов. Это существенно затрудняет согласование измерений с визуальной оценкой.

Поэтому в 1976 году была предложена цветовая координатная система Lab, где L — яркость, или светлота, которая изменяется от 0 (абсолютно черное тело) до 100 (белое тело), координаты — определяют зеленый, красный, синий и желтый цвета соответственно.

Цветность представляет собой проекцию данного цвета на плоскость ab . Система Lab более однородна и дает лучшую корреляцию с визуальными определениями, т.к. ее параметры — L , цветность и координаты a и b — близки привычным субъективным характеристикам цвета: светлоте, на-

сыщенности и цветовому тону соответственно.

Восприятие цвета существенно зависит от условий наблюдений. Поэтому в любой цветовой координатной системе при изменении условий изменяются координаты цвета. Это явление называется метамеризмом. Различают четыре основных вида метамеризма, связанные с изменением: источника освещения; наблюдателя; размера измеряемого поля; геометрии наблюде-

ния (например, под каким углом смотрят на объект; вида освещения — диффузное или направленное).

Измерения цвета лежат в основе инструментальных методов оценки качества окраски различных материалов красителями, расчета смесевых рецептур крашения, оптимизации и автоматизации химико-технологических процессов крашения и производства красителей. (СД: цв. ил. 83–84)

Глава IV

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ЦВЕТОВЕДЕНИЮ

Практические задания составлены с учетом методических разработок Т.И. Наливиной.

1. Живописные характеристики цвета

Мы живем в мире цвета. Сколько же цветов можно увидеть? Чтобы ответить на такой вопрос, нужно разобраться в том, как характеризовать цвет и что составляет несходство его качеств, по которому цвета различают.

Характеристику «цветовой тон», или качество окрашенности, мы уже знаем по вводному разделу. Понятие цветового тона более всего связано с названиями цветов. Среди них существенны: собственно цветовые термины, наименования красящего пигмента, перенесенные на цвет, и прилагательные от нарицательных имен предметов с привлекательной запо-

минающейся окраской. Собственно цветовые термины — синий, зеленый, желтый в современном языке других значений не имеют. Наименования по пигменту — кармин, охра, роданин — узкоспециальные и применяются только в профессиях, имеющих дело с красками. Названия по окраске предметов — сиреневый, лимонный, малиновый — характерны для разговорной речи, литературы, искусствоведения. Они образны, поскольку указанный в них цвет хранится в нашей памяти и его можно представить, но такие обозначения не обладают точностью, необходимой в научном определении и в науке не используются.

Нормальный человеческий глаз способен различить около 200 цветовых тонов. В этом многообразии можно выделить восемь основных групп цветов: пурпуровые, красные, оранжевые, желтые, зеленые, голубые,

синие, фиолетовые. Эти группы дают наиболее четко выраженное зрительное впечатление.

Пурпуровые цвета отличаются от красных тем, что содержат фиолетовый или синий оттенок, которого в красных нет. Пурпуровая группа наименее известна студентам, хотя мы часто видим эти цвета в лесу, в саду, в букете. Вся группа называется по наименованию краски, которую в античные времена делали из морской улитки. Древние римляне очень ценили ткани, окрашенные в этот темный фиолетово-красный цвет. Все цвета пурпуровой группы очень интересны. Рубиновый это благородный темновато-красный цвет с синевою. Фуксиновый – яркий светлый цвет, названный по растению «фуксия», причудливые цветы которой имеют эту окраску. Он похож на ярко-красный, но с внутренней голубизной. Этот цвет можно назвать молодым, поскольку он лишь недавно стал входить в употребление. В настоящее время химическая промышленность выпускает синтетический краситель, дающий такой цвет в крашении ткани, и потому фуксиновый цвет можно часто увидеть в современных текстильных изделиях. Иногда его называют розовым, но это определение не точно, розовый цвет намного бледнее.

Красная группа наиболее понятна, но поскольку слово «красный» обнимает все красные цвета, то чистый, без других оттенков ярко-красный в русском языке называется алым. То же значение у слова «пунцовый», происходящее от французского корня.

Оранжевая, желтая и зеленая группы имеют много производных оттенков, обозначаемых по пигменту (желтая свинцовая, желтая цинковая, окись хрома), по природной окраске (апельсиновый, лимонный, травяная зелень), или без специальных названий.

В голубой группе следует отметить цианово-голубой или бирюзовый цвет: яркий голубой, имеющий едва уловимый оттенок зелени. Этот оттенок легче заметить при сравнении бирюзового с простым синим. Именно этот цвет наиболее отличен от синей группы и его нельзя назвать бледно-синим. Впечатление от бирюзового и синего настолько различны, что понятно их обособление в разные группы. В фиолетовой группе отметим цвет лиловый, т.е. светло-фиолетовый.

Пользуясь приведенным описанием, выполним разделение цветов на восемь указанных групп.

Все упражнения выполняются в соответствии с указаниями в тексте и могут быть вариативными в творческом решении.

Упражнения

Упр. 1. Основные группы цветов.

В упражнении можно использовать цветные фабричные бумаги так же, как и выкраски, но не следует брать белесых или темных цветов. Для каждой указанной выше группы нужно подыскать от двух до четырех оттенков. Два оттенка вырежьте в форме квадрата, два других – в форме кружка. Квадраты поместите рядом

по вертикали и покройте кружками. Расположите все группы последовательно с некоторым интервалом друг от друга. Это упражнение следует сделать на сером фоне.

Итак, по определенности и четкости зрительного впечатления мы отобрали восемь цветовых групп. Дальнейшее уточнение характеристик цветового тона по зрительному впечатлению выделяем четыре основных цвета: желтый, красный, синий и зеленый. Эти цвета считались основными с древности. Леонардо да Винчи назвал их уникальными, единственными в своем роде. Каждый из этих четырех цветов по визуальному аффекту не содержит в себе ничего общего с тремя остальными основными цветами, и потому его нельзя определить через другие цвета. Все прочие цвета являются производными: мы даем понятие о них через основные, например, желто-красный, сине-зеленый, красновато-синий. Следует запомнить, что основными указанные цвета являются только в установлении понятия. Их главенство нельзя распространять на процесс цветообразования.

Упр. 2. Базовые цвета.

Подберите среди цветных выкрасок чисто-желтый, чисто-красный, чисто-синий и чисто-зеленый. Среди гуашевых красок для этого можно использовать пигмент желтый, кадмий желтый, пигмент алый, киноварь или кадмий красный, кобальт синий, травяную зелень.

Давая определение цвету мы пользовались прилагательным. Светло-

та — светотеневая характеристика цвета. Это качество можно определить как сходство с ахроматическим тоном. Если чисто условно откинуть цветовое свойство окрашенной поверхности и воспринять ее как теневое пятно, то увидим светлоту этого цвета. Так; в черно-белой репродукции картины цветовое разнообразие тонов переведено в светотональные отношения.

Светлота — свойство относительное, и выявляется при сравнении нескольких цветов. Различие по цветовому тону не мешает нам сделать такое сравнение, что говорит о том, что это качество вполне самостоятельное. Разложим перед собой на столе квадраты, вырезанные, из разной цветной бумаги. Среди них будут более светлые и более темные цвета. Самым светлым выглядит белый квадрат, а самым темным черный. Степень светлоты цвета будем определять, в этих двух пределах, за границу понятия «светлый–темный» примем уже известный нам средне серый. Будучи серединой между белым и черным, средне серый нейтрален в отношении светлоты так же, как и в отношении других качеств. Он не является ни светлым, ни темным, но разделяет все цвета на светлые и темные.

Упр. 3. Разделение цветов на светлые и темные.

Вырежьте по кружку всех цветов и разложите кружки на средне сером фоне. Все цвета, которые на глаз будут казаться светлее фона, являются светлыми, а те, которые выглядят

темнее фона, можно называть темными цветами.

Итак, светлота является таким качеством, которое можно сопоставить, сравнить, измерить. В нашей деятельности нет необходимости точного измерения цветов. Однако нам нужно, сравнивая качества цветов, привести их к какому-то единому измерению. Инструментом такого измерения нам послужит ахроматическая шкала.

Упр. 4. Шкала условных единиц измерения цветов.

В этом упражнении используется шкала. Для превращения ахроматической шкалы в измерительный инструмент проставьте под тонами цифры от одного у белого до девяти у черного. Над тонами проставьте цифры в обратном порядке. Верхний ряд цифр обозначает условные единицы светлоты.

Поскольку качество светлоты мы определили как сходство с ахроматическим тоном, оценить светлоту цвета можно, сопоставляя его с серыми градациями шкалы.

Упр. 5. Нахождение равно-светлого серого.

Возьмите чистую краску любого цвета, сделайте, выкраску размером не более 3×3 см. Вырежьте из нее квадрат и сопоставьте его с ахроматической шкалой. Подберите в шкале градацию, равнозначную по светлоте. Единство светлотной тональности можно четко увидеть, приложив квадрат цветового тона к ахроматическому тону и прищурившись.

Упр. 6. Светлотная последовательность хроматических тонов.

Все цвета сопоставьте с ахроматической шкалой. Некоторые цвета будут иметь один и тот же равносветлый серый. Их расположите одни под другими у соответствующей ступени шкалы.

Цифра над равносветлым ахроматическим тоном показывает светлоту цвета в условных единицах. Такая простейшая оценка светлоты цвета будет вполне достаточной для разбора композиционных схем, которые мы выполним в конце курса. Иной, более точной оценки светлоты, нам не потребуется.

Познакомимся со следующим важнейшим качеством цвета. Будем смешивать любую краску с ахроматическими тонами. В этом взаимодействии ахроматический тон окрашивается, а цвет включает в себя новый светотеневой компонент. Возникает переход от очень светлого оттенка цвета к его темным тонам. Свойство цвета уменьшать свое цветовое содержание от смешения с черно-белой гаммой обуславливает качество каждого хроматического тона, называемое насыщенностью.

Насыщенность характеризует наличие ахроматических примесей в данном цветовом тоне. Термин «насыщенность» очень образно отражает существо цветообразования в процессе смешения красок. При работе с красками насыщенностью можно называть степень разбавленности цвета ахроматическими тонами. Насыщенность прямо связана с количеством пигмента в разведенном колере.

Если разбирать цвет как ощущение, то насыщенность можно определить как интенсивность ощущения цветового тона. Можно провести параллель с другим видом ощущения — вкусовым. К примеру, сильно концентрированный раствор поваренной соли на вкус будет резко соленым. Сила ощущения вызвана насыщенностью солевого раствора. Аналогичным образом мы визуальным образом воспринимаем концентрацию цветового тона, и один тон видим более цветным, более ярко выраженным, чем другой тон того же цвета.

Насыщенность относится к субъективным характеристикам и оценивается на глаз. Мерой насыщенности хроматического тона служит цветовое различие между этим тоном и равносветлой градацией ахроматической шкалы. Это видимое различие и есть сравнительная величина насыщенности цветового тона и она может быть выражена в единицах измерения. За единицу оценки насыщенности принят порог различения. Это степень наименьшего отличия тонов, которая заметна наблюдателю. Чтобы выразить насыщенность в порогах различения, нужно составить шкалу переходов между хроматическим тоном и равносветлым ему серым тоном.

Упр. 7. Измерение насыщенности в порогах различения.

В этом упражнении используйте тот же цвет, и найденный для него равносветлый серый. Составьте серый колер, этого тона, смешивая, в отдельной баночке белила и черную.

Следует приготовить достаточное количество этого колера, чтобы не изменить этот исходный компонент при повторном составлении. Смешайте исходный цвет с небольшим количеством серого и сделайте выкраску. Она должна чуть заметно отличаться от чистого цвета. Подмешивая серый тон во все больших и больших количествах к исходной краске, получите шкалу последовательно уменьшающихся степеней насыщенности выбранного цвета, начиная от наибольшей его насыщенности в чистой краске до наименьшей, в которой полученный тон едва отличим от серого. Каждая выкраска должна обладать минимальной, т.е. пороговой степенью различия от соседних градаций. Сосчитайте число полученных переходов. Это число выражает качество насыщенности данного цвета.

Итак, насыщенность цвета измеряется числом порогов различения между хроматическим тоном и равносветлым ахроматическим тоном. Число таких порогов для разных цветов колеблется от 4 до 25. Наиболее насыщенными по этому мерилу являются красные, оранжевые и зеленые, менее насыщенными — синие, затем желтые цвета. После такого разбора можно дать еще одно определение насыщенности и назвать ее степенью цветового различия между цветовым тоном и равносветлым серым.

Хотя насыщенность ассоциируется с концентрацией красителя, однако ощущение большей или меньшей насыщенности цвета может возникнуть и оптически и будет вызвана особен-

ностями освещения. Чтобы попать это воспользуемся опытом из классического цветоведения. Планшет, окрашенный чистым насыщенным цветом, например, ярко-зеленым, помещается на белой стене комнаты. При задернутых шторах мы видим почти черное пятно на сером фоне стены. Если постепенно увеличивать освещенность комнаты, раздвигая шторы, зеленая поверхность все более проявляет свой цвет. При полном дневном освещении комнаты выкрашенная поверхность обнаруживает свою максимальную насыщенность и выглядит ярко-зеленой. Если еще более увеличить освещенность цветной поверхности, например, направить на нее зеркалом прямой солнечный луч, то зеленый цвет планшета бледнеет.

Упр. 8. Смешение исходного цвета с белым и черным.

По образцу будем смешивать исходный цвет. Темные цвета могут иметь малое число переходных ступеней при смешении с черным, и, напротив, много градаций при смешении с белым. Обратное явление у светлых цветов.

Рассмотрите тона, полученные в предыдущих упражнениях. Для работы художника существенно отметить разницу впечатлений от трех видов насыщенности, т.е. взаимодействия с белым, серым и черным цветом. Эстетический эффект от такого смешения различен, хотя по насыщенности доля цвета в колере может быть равной. Проведем такой анализ в следующем упражнении.

Упр. 9. Цветовое сравнение: три вида насыщенности исходного цвета.

Из выкрасок выберем четыре любых тона и выложим их в сетке 2×2 квадрата. Каждый квадрат покроем кружком другого тона из этой же шкалы. Порядок размещения тонов может быть любой. Такие же построения выполним из тонов двух других шкал, одну комбинаторику из разбеленных тонов, другую — из затемненных. Эти комбинаторики образуют три набора тонов трех разных видов насыщенности и позволяют проследить общий характер тонов каждой шкалы.

Сравнив мозаики видим, что соединение с белым дает высветление цвета, звучание тонов легкое, нежное, ясное, холодное. При соединении с серым, цвет начинает тускнеть и обесцвечиваться. При соединении с черным, звучание цвета приглушается, цвет теплеет, тяжелеет, постепенно потухает, все цвета сближаются.

Проделанное сравнение дает возможность принять названия тонов трех видов, насыщенности, не имеющих обозначения. Соединение с тонами ахроматической шкалы в некоторой литературе называется «замутнение». Термин не соответствует получаемому цветовому результату, т.к. даже от соединения с черным можно получить ясные и звучные цвета. Цветовой тон их будет лишь смягчен. Иногда используется определение «ломаные» цвета. Эти старые термины, являющиеся плохими переводами с немецкого, мы заменили названиями: разбеленный цвет, по-

тускневший цвет и затухающий цвет. Корни этих русских слов точно соответствуют получаемому цветовому впечатлению. Шкалы трех видов насыщенности можно называть: шкала разбеления цвета, шкала потускнения цвета, шкала затухания цвета. При выполнении упражнений для краткости можно говорить: белая, серая и мерная шкала цветового тона, или разбеленные, тусклые и темные тона монохромной гаммы.

Три характеристики цвета — *цветовой тон, светлота, насыщенность* раскрывают основные качества цвета. Разница хотя бы в одном из этих качеств дает новый тон. Исходя из числа цветовых тонов и возможного отличия в светлоте и насыщенности, определяется общая цифра цветов. Визуальной оценке с высшим уровнем точности доступно 100 000 тонов. С меньшим уровнем точности можно отличить 1000 тонов.

Для характеристики цвета в художественном творчестве трех изученных качеств оказывается недостаточно. Качество яркости цвета очень существенно в определении впечатления и потому важно для нас. Характеристика «яркость цвета» в физике и светотехнике не используется и не имеет установленной формулировки, раскрывающей содержание этого понятия. В ряде случаев качество яркости включается в характеристику светлоты. Однако цвета малой насыщенности не могут быть яркими, но при сильном разбелении, имеют большую светлоту. Следовательно, в отношении цвета эти две характеристики не одно

и те же. Так, сильно оранжевый будет светлее насыщенного оранжевого, а насыщенный — ярче, именно ярче, а не темнее. В этом случае яркость есть следствие полной насыщенности.

Если сравнить ряд полно насыщенных цветов, то часть из них производит впечатление ярких, другие — неярких цветов. Мы назовем яркостью степень заметности полно насыщенных цветов на средне сером фоне. Это характеристика качества самого цветового тона, цвета ярки или неярки не за счет примеси белого или черного, но таков их *цветовой тон*. Сравните синие, фиолетовые, желтые цвета. Для оценки яркости можно пользоваться верхним рядом цифр шкалы т.е. теми же единицами, что и для оценки светлоты.

Сумма двух качеств цвета — его яркости и насыщенности характеризует интенсивность или напряженность цвета. Максимально-яркие и насыщенные цвета наиболее интенсивны. Самый интенсивный цвет — кадмий желтый. При равной насыщенности тонов более яркие являются также и более интенсивными.

В заключение обратимся к наиболее общим психологическим характеристикам, относящимся ко всем цветам. В характеристиках по физическим аналогиям очень важны три параллели: теплое–холодное, легкое–тяжелое, близкое–отдаленное.

Теплота цвета — качество, определяемое зрительным ощущением. Мы видим этот оттенок, и другого способа обнаружения нет. Всего нагляднее удается определить тепловой от-

тенок цвета на нейтральном средне сером фоне.

Упр. 10. Определение теплых и холодных цветов.

Все цвета положите на средне серый фон. Рассмотрите их тепловой оттенок и разделите на две группы: теплую и холодную.

Среди цветов можно выделить тепловые полюса. Голубой — холодный полюс, оранжевый — теплый. Эти два цвета имеют постоянную тепловую характеристику. Нет теплого голубого или холодного оранжевого. Все остальные цвета могут иметь теплые и холодные оттенки. Из ахроматических — белый относится к холодным, черный к теплым цветам, средне серый — нейтрален.

Упр. 11. Получение теплых и холодных оттенков цвета.

Для выполнения упражнения выберите любой цвет, кроме полюсовых. Цвет следует «растянуть» в теплую и холодную сторону следующим образом. Смешав исходный цвет с небольшим количеством оранжевой, желтой яркой, красной или черной краски, получите новый, теплый оттенок цвета. При этом выбранный цвет не должен потерять своей категории, т.е. синий должен остаться синим, зеленый — зеленым и т.д. Для получения холодных оттенков используйте смешение с голубым или белым. Сделайте минимальные выкраски и вырежьте по квадрату каждого оттенка. Самый холодный из полученных тонов поместите слева, самый

теплый — справа. Остальные оттенки распределите между этими полюсами по мере их теплового качества. Таким образом, им определили тепловые полюса цветовой группы.

Сравните результаты для разных цветов. Число тепловых ступеней в каждой цветовой группе различно, например, их меньше в желтой и больше в зеленой.

Упр. 12. Цветовое сочетание в три пространственных слоя.

На сетке 3×3 модуля подберите из квадратов любое неконтрастное сочетание, по светлоте близкое к средне серому. Поместите на этом фоне два кружка: один должен выступать из фона, как бы подняться над ним другой — уйти за фон. Возникнет три пространственных слоя: ближний, средний и дальний. Меняя цвета кружков, попробуйте найти максимальный разрыв между пространственными слоями.

Свойство цвета казаться близким или отдаленным создает цветовые пространственные иллюзии. Наиболее сильно это свойство проявляется в объемно-пространственных композициях, в которых оно может существенно изменить впечатление о пропорциях помещений. Стена теплого и интенсивного цвета будет казаться ближе, чем стена бледного, блеклого и холодного листа. Пользуясь этим цветовым качеством, можно как бы управлять размерами помещения, не изменяя его.

Характеристики по воздействию на нервную систему и эмоциональное

состояние не столь определенны, как предыдущие. Психологическое воздействие цвета возникает как сумма впечатлений от тона, светлоты, насыщенности, яркости, тяжести, теплоты и т.д., а эти показатели настолько разнообразны, что цвет не может быть ограничен однозначной психологической оценкой. Кроме того, психологическая характеристика зависит от сопоставления цветов и размера площади, занимаемой цветом. Чем больше его площадь, тем сильнее он воздействует на наше восприятие. Цветовое впечатление от предмета, лежащего у вас на ладони, или от окружающего вас пространства, различно. Вы можете любоваться куском желтого янтаря, по если так окрасить комнату, то количество цвета превысит возможности восприятия, и красота цвета станет своей противоположностью.

Наиболее общее деление цвета по качеству воздействия на нервную систему — параллель «активные—пассивные». К активным цветам относятся яркие цвета теплой группы: желтые, оранжевые, красные, к пассивным — сине-фиолетовая группа, а также разбеленные голубые, зеленые и пурпуровые. Эта характеристика очень сильно зависит от площади цвета. Так, небольшое красное пятно привлечет ваше внимание, в то время как красные поверх большого размера притупляют внимание и оглушают чувства. Активные цвета являются и утомляющими. Зелено-желтые, зеленые и голубые — бодрящие цвета.

Наше отношение к цвету связано и с функциональным назначени-

ем окрашенного предмета. Темно-коричневый цвет костюма мы оценим как деловой и положительный. Этот же цвет в окраске жилой комнаты может подавлять нас своей тяжестью. Причем, размещение цвета в пространстве также повлияет на наше впечатление. Темно-коричневый пол не будет отрицательно влиять на наше эмоциональное состояние и даже вызовет ощущение прочности. Иное действие окажет темно-коричневый потолок. Но и его мы не оценим однозначно в небольшой комнате или в просторном высоком зале. В комнате он может показаться гнетущим, а в зале создаст тишину.

Существует также разница в оценке цвета из-за пристрастного отношения к нему. Поэтому, если сравнить описания цветов, сделанные разными художниками и учеными, они могут оказаться; противоречивыми. Однако при всей субъективности ощущений общность восприятия цвета существует, иначе цвет как язык общения был бы невозможен. Есть такие качества воздействий, такие чувства или ассоциации, которые наиболее часто связываются с известным цветом.

Основные цвета наиболее определенно выражают следующие признаки: рубиновый — мужество, торжество; красный — возбуждение, тревогу; оранжевый — энергию, энтузиазм; желтый — силу, радость; зеленый — надежду, ровность чувств; голубой — возвышенность чувств, устремленность; синий — тишину, успокоение; фиолетовый — величавость, спокойную торжественность. Следует помнить, что

приведенные характеристики — лишь указания направления, по которому можно выявить наиболее сильные свойства данного цвета.

Помимо указанной относительно психологической характеристики отдельного цвета она может быть полностью изменена и сопоставлением цветов. Например, в тройном сочетании ультрамарина, краплака и изумрудной зелени преобладанием краплака создается радостная взволнованность, а преобладанием ультрамарина — щемящее беспокойство.

Упр. 13. Цветовое сравнение: характеристика по физическим аналогиям.

Пользуясь любыми цветами во всех вариантах насыщенности подберите в минимальных комбинаториках на сетке 2×2 квадрата цветовые параллели, выражающие следующие качества: тепло–холодно, тяжело–легко, быстро–медленно, далеко–близко, тихо–шумно, сухо–влажно.

Упр. 14. Цветовая фраза: гамма, вызывающая заданную психическую реакцию.

Пользуясь любыми цветами во всех вариантах насыщенности составьте на сетке 5×5 квадратов произвольное сочетание, которое будет отвечать одному из следующих впечатлений: весело, грустно, спокойно, беспокойно, празднично, буднично.

Упр. 15. Цветовая фраза: характеристика психического состояния.

Пользуясь любыми цветами во всех вариантах насыщенности, составьте на сетке 5×5 квадрата произ-

вольное сочетание, выражающее одно из следующих психических состояний: активность, пассивность, серьезность, вдумчивость, веселость, торжественность, внимательность, оживленность, сдержанность.

Упр. 16. Цветовое сравнение: изменение впечатления от цветовых тонов и вариантов их сопоставления.

Упражнение ставит целью увидеть относительность психологических характеристик и их зависимость от сопоставления цветов. Возьмите три любых цвета. Выполняя их произвольные сочетания на сетке 3×3 квадрата, сравните впечатление от их сочетания поровну и при преобладании одного из цветов.

2. Ахроматическая гамма

Упр. 17. Нахождение ахроматического локального тона в системе тональных отношений.

Первое знакомство с гаммой выполним в комбинаторике по абсолютно свободному условию: разрешается взять любые тона в любой последовательности, в любом сочетании, в произвольной россыпи. В упражнении выбор делается из всех девяти тонов шкалы. Каждый тон может быть использован и в форме квадрата, и в форме кружка. Кружок одного тона имеет восемь вариантов фона, следовательно, возможно составить 72 сочетания. При таких широких возможностях для комбинаторики подберите только неповторяющиеся пары квадрата и кружка.

Упражнение отличается тем, что белое и черное не должны включаться в сочетания. Сравните оба результата.

Произвольная комбинаторика дает первое впечатление от ахроматической гаммы. Далее введем в просмотр избирательные условия по качеству тонов. Единственным качеством ахроматических тонов является степень их белизны. Ее мы будем называть светлотой ахроматического тона. Светлота ахроматических тонов связана с количеством отраженного света. Если белая поверхность, отражая почти весь падающий свет, является самой светлой, а черная, поглощая почти все лучи, — самой темно, то промежуточные тона имеют отражающую способность, находящуюся в этих крайних пределах. Она меньше, чем у белого и больше, чем у черного.

Будем просматривать ахроматическую гамму по светлотным диапазонам, т.е. по группам тонов, объединенным по светлоте. Понятие «диапазон», означающее тональный объем или размах тональных возможностей, отмечает наибольший примененный в работе охват тонов по шкале. Конец шкалы со стороны белого относится к светлому диапазону, противоположный — к темному. Средне серый тон и его ближайшие соседи образуют средний диапазон ахроматической гаммы. Не следует проводить границы диапазона в виде линии, разделяющей шкалу, поскольку эта граница скользкая. Так, третий тон может быть отнесен к светлому или среднему диапазону, седьмой тон — к сред-

нему или темному. При определении диапазона важно звучание всех тонов или преобладающая в данном сочетании светлота.

Упр. 18. Комбинаторика ахроматическая: по диапазонам светлоты и освещенности.

При выполнении будем брать не любые тона, но только те, которые мы отнесем к светлому, среднему или темному диапазону. Для упражнения возьмите первые четыре тона из светлой части шкалы. Они могут дать 12 неповторяющихся сочетаний квадрата и кружка. Изменив тон квадрата и кружка между собой, получим еще 12 сочетаний. Из этих 24 сочетаний квадрата с кружком выберете 16 самых светлых. В упражнении возьмите четыре средних по шкале тона: в-последних темных тона шкалы. Остальное выполнение аналогично.

Работая в одном светлотном диапазоне, мы сочетали тона через один или два интервала по шкале. Близость тонов по шкале обеспечила их нюансные отношения. Можно усилить эффект нюанса, если сочетать соседние тона так, чтобы по всей комбинаторике изменение тона было равноступенчатым.

Упр. 19. Комбинаторика ахроматическая: нюансные сочетания пяти равноступенчатых тонов сближенных по цвету.

Выберем любой участок шкалы в пять ступеней. Будем сочетать их в комбинаторике так, чтобы рядом оказались только тона, соседние по

шкале. В целом диапазон использованных тонов достаточно широк, но равноступенчатость переходов сделает комбинаторику плавной и обеспечит мягкие переливы тона. Возможности комбинаций в таких ограниченных условиях не велики, одна из них показана на рис. 6. Упражнение позволяет увидеть эффект тонкой нюансировки в ахроматической гамме.

Упр. 20. Комбинаторика ахроматическая: контрастные сочетания шести тонов контрастных по цвету.

При выполнении упражнения следует проанализировать эффект контрастных сочетаний в ахроматической гамме. Для комбинаторики нужно взять из шкалы по три крайних тональности, включая белое и черное. Для сочетания используйте тона, наиболее отдаленные друг от друга по шкале. Выбирайте неповторяющиеся сочетания квадратов и кружков.

Сравнение результатов пяти последних упражнений позволяет сделать выводы о нюансных и контрастных сочетаниях ахроматических тонов. Нюанс возникает при близости тонов по шкале. Чем больше диапазон тонов по шкале, тем контрастнее может быть тональное решение. Степень контрастности создает определенный эффект. Контрастная комбинаторика выглядит ярко, звучно, энергично, может быть громкой или резкой. Напротив, нюанс исключает жесткость и смягчает отношения тонов.

После рассмотрения комбинаторик предыдущих упражнений вы сможете оценить декоративность и дать

психологические характеристики ахроматических тонов. Психологическая оценка проводится по диапазонам — светлому, среднему или темному — поскольку именно светлота или темнота тонов создает эмоциональный настрой. Разный психологический эффект дает контраст или нюанс светлоты.

Упр. 21. Ахроматические фразы: декоративная выразительность гаммы в контрастном и нюансном сочетаниях.

Подберите сочетания таких тонов, которые вам покажутся наиболее красивыми. Сравните нюансные и контрастные варианты.

Упр. 22. Ахроматические фразы: психологическая характеристика гаммы по диапазонам светлоты.

Чтобы уловить специфику воздействия тонов, просмотрите все выполненные комбинаторики. Выберите любую поразившую нас группу тонов и разыграйте ее на площади 5×5 квадратов, усиливая их сочетания акцентами из кружков. Для характеристики нужно подыскать название в одно два слова.

По первому впечатлению ахроматическая гамма ассоциируется у студентов с горькими чувствами. От участия в ней черного цвета они дают гамме такие характеристики: горе, сомнение, одиночество. Серые тона, близкие к среднему в нюансном сочетании, определяют как вялость, усталость. Однако внимательнее рассмотрите комбинаторики диапазонов. Светлый диапазон — ахроматической

шкалы вызывает ощущение легкости, прозрачности, ясности. Очень светлые нюансы можно оценить как спокойствие, безмятежность возвышенность чувств. Сам белый цвет является символом чистоты. Средний диапазон светлоты нейтрален и спокоен. Темный диапазон дает глухие и тяжелые сочетания, однако в нюансном варианте впечатление от их тяжести может быть значительно уменьшено. Контрастные сочетания с наличием белого могут выразить состояние энергии. Через динамическое движение тонов от черного к белому можно выразить устремленность. Привлекательные качества гаммы оцениваются как благородство, эстетизм, изысканность.

Такие качества ахроматической гаммы делают понятным ее широкое применение в художественном творчестве. Мы встретим ее в росписи фаянса и фарфора, в рисунке тканей. Черно-белая вышивка характерна для многих народов. Ковры в бело-серо-черном решении и нарядны, и сдержанны, и хорошо вписываются в любой интерьер. В сценографии есть примеры черно-белого оформления спектаклей. Ахроматическая гамма незаменима при окраске помещений и всегда участвует в объемно-пространственных архитектурных композициях. Художественное значение ахроматической гаммы заключается в том, что она органично входит в любые цветовые сочетания, придавая им большую декоративность и внося определенность в психологический настрой. Кроме само-

стоятельного значения, каждый из тонов ахроматической гаммы может быть использован и в качестве фона. О средне сером фоне уже было сказано. Белое и черное употребляются в качестве фона в любом декоративном жанре. Обратите внимание, как часто в народном искусстве используется черный фон. Он помогает выявить богатство любого красочного рисунка, оттеняя хроматические цвета.

При изучении следующих тем мы проследим роль ахроматических компонентов в цветовых сочетаниях.

3. Монохромная гамма

Гамма, составленная из светотеневых разновидностей одного цвета, называется монохромной. Богатство этой гаммы складывается из самого цвета и его оттенков, образованных от смешения с ахроматическими тонами. В художественной деятельности получение монохромных тонов является важнейшим средством цветообразования. Как показывает опыт работы со студентами, многие оттенки монохромной гаммы им не знакомы, и простейшие упражнения приведут к неожиданным открытиям.

Упражнения предыдущей темы служат целям первоначального знакомства с явлением насыщенности как способом цветообразования. Однако полученные в них шкалы не могут быть эффективно использованы для последующей работы, поскольку образованы разным числом переходов. Для дальнейшего изучения нужен комплект тонов, приведен-

ный к унифицированной системе. Систематизированный набор тонов любой гаммы составляется в колористическом построении. Колористическим построением называется упорядоченная выкраска цветовых тонов и расположение всего набора в такой наглядной последовательности, которая, отражая способ их получения, удобна для выбора и воспроизведения тона.

Основой колористических построений, которыми мы будем пользоваться, служит шкала из семи равноступенчатых переходов между двумя исходными цветами. Далее всякое построение собирается из ряда шкал, размещаемых параллельно одна под другой. Колористическое построение дает ту максимальную разновидность оттенков изучаемого цвета, в пределах которой проводится все практические упражнения.

Упр. 23. Колористическое построение для работы в монохромной гамме.

Клавиатуру монохромной гаммы образуют четыре сопоставленных шкалы разбеленных, тусклых и темных тонов исходного цвета. Для их получения исходный цвет должен быть смешан с белой, серой и черной краской. Так же как в ахроматической шкале, нужно получить вариант монохромных градаций между исходным цветом и ахроматический компонент. При получении тусклых тонов должны быть использованы как компоненты для смешения два серых тона: средне серый тон, являющийся визуальной серединой между белым

и черным, и $1/2$ средне серого тона, являющимся визуальной серединой между белым и средне серым.

Выполним равноступенчатые переходы, находя средний между крайними тонами точно так же, как в упражнении ахроматического цикла, т.е. методом нахождения среднего тона визуальным делением крайних тонов. Как мы помним, по этому способу первый находится путем смешения двух исходных тонов — средний между ними тон, затем — промежуточный между первым исходным и средним смешанным и т.д.

Тональные переходы каждой шкалы должны быть последовательно наклеены в ряд. На концах ряда помещаются квадраты чистых исходных цветов. Тона в шкале располагаются так, чтобы слева оказались светлые и темные ненасыщенные, справа — насыщенные, близкие к чистым. Колористическое построение составляется из четырех рядов в следующей последовательности. Сверху идет белая шкала, затем светло-серая и серая, черная шкала помещается снизу.

В результате выполненного построения мы располагаем монохромной клавиатурой в 29 тонов ($7 \times 4 = 28$ плюс сам цвет в чистом виде). Такой набор вполне достаточен как для изучения гаммы, так и для любой композиционной работы. Колористическое построение еще не раскрывает художественных возможностей выполненной гаммы, но послужит тем инструментом, с помощью которого мы эту гамму просмотрим. Для дальнейших упражнений понадобятся квадраты

и кружки всех 29 тонов монохромной гаммы.

При смешении с ахроматическими тонами, кроме снижения насыщенности, дающей новые светотеневые оттенки, у некоторых цветов возникает любопытное изменение цветового тона. Этот процесс еще более обогащает их монохромную гамму. При смешении с белым меняет свой тон ряд красок. Кадмий лимонный и стронциановая желтая зеленеют, кадмий оранжевый краснеет, краплак красный синееет, изумрудная зелень голубеет. От примеси черного изменяют тон желтые и оранжевые цвета, становясь зеленоватыми. Этот желтовато-зеленый теплый мягкий цвет очень интересен, такого цвета нет в чистой краске, поэтому запомните этот эффект цветообразования. У ряда желтых пигментов возникающее позеленение будет очень сильным. Если такое позеленение по ходу работы нежелательно, то его можно снять прибавлением красного, который нейтрализует зеленый оттенок в серый. Для получения темных желтых тонов можно также смешивать желтый цвет не с черной, а с коричневой краской. Из-за возникающих изменений тона желтый цвет для работы в монохромной гамме является наиболее трудным. Из желтых красок позеленеет охра, мало подвержен позеленению кадмий желтый. Менее всего изменится цветовой тон у синего, зеленого, красного цветов, и поэтому с ними легче, чем с другими работать в монохромной гамме. Комбинаторики монохромной гаммы.

Упр. 24. Комбинаторный монохромный нюанс тонов по диапазонам светлоты.

Нюансные сочетания в монохромной гамме могут быть получены двумя способами: использованием ближайших тонов одной шкалы; использованием равносветлых или близких по светлоте тонов из шкал разных видов насыщенности. Возможно, совместить оба способа.

Мерилом светлоты каждого диапазона служит ахроматическая шкала. Для определения светлотного настроения монохромной комбинаторики при подборе тонов в светлом диапазоне ориентируйтесь на общую светлоту первой трети ахроматической шкалы, исключая чистый белый. При подборе тонов в среднем диапазоне на среднюю часть ахроматической шкалы, и в темном диапазоне на ее темный конец за исключением чистого.

Упр. 25. Комбинаторики монохромные контрастные.

Выполнив указанные упражнения, нужно сравнить все комбинаторики, рассматривая их одновременно. Сочетания тонов в одном из видов насыщенности однородны. Нюансы белой шкалы дают переливы тона с плавными переходами, но даже в контрастах шкалы разбеливания комбинаторика достаточно однообразна. К ней точно подходит слово «монотонная». Сочетания насыщенности в сером и черном вариантах образуют комбинации очень сдержанные, сближенные, мягкие даже

в контрастах использовать белую и серую шкалы, то при расширении выразительных средств, эффект общей сдержанности еще остается. Если же взять сочетания по всем трем вариантам насыщенности, то возможность разнообразия контрастных и даже нюансных сочетаний настолько возрастает, что возникает огромное богатство цветового впечатления, и монохромная вещь может показаться многоцветной.

Интересно рассмотреть монохромную гамму разных цветов. При таком сравнении обнаруживаются следующие особенности цветообразовательного процесса. Смешение с белым помогает раскрыть цвет, увидеть его тончайшие оттенки, понять эстетические возможности цвета. В разбелах очень красивы тона охры, окиси хрома, лазури железной. Раскрывают свою красоту даже малодекоративные цвета. Неожиданными будут разбелы пурпуровых цветов.

Поразительные результаты цветообразования дает смешение с серыми компонентами. Здесь возникают изысканные оттенки даже при работе с простыми исходными цветами. Цветовой тон краски приобретает сложность. Например, рассмотрите сиреневые тона серой шкалы пигмента алого. В тонах бледно-серой шкалы эффектно проявляют свою эстетическую новизну цвета пурпуровой, оранжевой и желтой групп. Рассмотрите тона светло-серой шкалы стронциановой желтой и рубиновой краски.

Не менее интересен цветообразовательный процесс и при смешении

с черным. Прибавление черного в малых количествах облагораживает многие «едкие» цвета. Они сохраняют свой цвет, но становятся мягче. Этим пользуются, например, при крашении пряжи, улучшая черной подкраской цвет некоторых анилиновых красителей.

Процесс получения монохромной гаммы обнаруживает оптимальный вариант исходного цвета. Так, ряд земляных красных красок проявляют нежный розовый оттенок только в разбелах. Обычные красные хороши в серой шкале, а синие — в белой. Фуксиновый цвет хорош в черной шкале.

Упр. 26. Цветовое сравнение: исходный цвет на фоне тонов трех видов насыщенности.

Выясним, как выглядит исходный цвет на фоне других тонов своей монохромной гаммы. Из малонасыщенной части каждой шкалы выберите четыре тона и выложите комбинаторики в сетке 2×2. Поместите на квадратах два кружка чистого исходного цвета. Контрастность или нюансность такого сопоставления зависит от светлоты исходного цвета. Проследите, какой фон наиболее выявляет исходный цвет.

Полная программа просмотра монохромной гаммы легко выполняется в рассыпной мозаике. В быстрой смене сочетаний может мелькнуть такой эффект, который поразит вас красотой или определенной эмоциональностью. Эти эффекты нужно зафиксировать в памяти и использовать в следующем цикле упражнений.

Упр. 27. Цветовая фраза: декоративная выразительность монохромной гаммы.

Для составления цветовой фразы замеченный при просмотрах комбинаторик декоративный эффект нужно развить в определенно выраженную цветовую тему. Можно выбрать из комбинаторик отдельный наиболее понравившийся вам фрагмент и разыграть его в мозаике площадью 5×5 квадрата. Никаких композиционных задач в этом упражнении не ставится, поэтому не следует делать каких-то скомпонованных, например, орнаментальных, построений. Красоту нужно искать только в сопоставлении топов.

Психологическое воздействие монохромной гаммы зависит от психологических свойств самого цвета и тех изменений, которые произошли с ним в вариантах насыщенности. Интересно проанализировать, как изменяется психологическое впечатление от цвета в этих вариациях. У одних цветов присущие им свойства усиливаются, а у других меняются на противоположные. Например, изумрудная зелень оценивается как минорный цвет. Во всех вариантах насыщенности это его настроение возрастает, некоторая щемящая грусть значительно усиливается в разбеленных и тусклых тонах. У цветов теплой группы в тонах белой и серой шкалы появляются новые свойства. Так, из резкого красного мы получаем мягкие и нежные розовые тона.

Упр. 28. Цветовые фразы: психологические характеристики монохромной гаммы.

В этом упражнении не следует пользоваться стандартными определениями или уже сделанными описаниями цветов, какому бы выдающемуся мастеру они не принадлежали. Нужно увидеть цвет самому и заново. Просматривая комбинаторики, поймите, какое именно чувство вызывает созерцание этого цвета. Не нужно связывать свое впечатление с каким-то изобразительным образом, идущим от формы, а оценить качество самого состояния, найти, какое именно эмоциональное состояние он вызывает. В мозаике составьте цветовое сочетание, которое выразит это чувство наиболее ясно. Цвет квадратов и кружков и их группировка подбираются так, чтобы обеспечить замеченное цветовое воздействие.

Для психологической характеристики организованного цветового сочетания нужно подыскать ему название в одно-два слова. Не следует давать чисто пейзажных названий, оно должно быть связано с ощущениями человека.

Монохромная палитра может быть еще более расширена с использованием черного, белого или других тонов ахроматической шкалы в чистом виде, такой эффект сочетаний мы рассмотрим в следующей группе упражнений.

4. Сочетания двух цветов

Для изучения сочетаний двух цветов можно взять две любые чистые краски. Понятно, что число возможных цветовых пар очень велико. В част-

ности, оно зависит от количества цветов в вашей коробке красок. По формуле количества сочетаний из числа сколько у вас пар? При палитре в семь красок можно получить 21 пару.

Упр. 29. Цветовое сравнение: впечатления от цветowych пар.

Сделайте минимальные выкраски всех цветов вашей палитры. Краски должны быть использованы в чистом виде, без смешения. Составьте любые парные сочетания в рассыпной мозаике на сетке 2×2 квадрата и сравните их.

Каждая комбинаторика имеет свой неповторимый эффект. Понятно, что эффект цветовой пары возникает из соотношения основных свойств компонентов, а именно: цветового тона, светлоты, «насыщенности, психологических качеств, пропорций занимаемых площадей». Попробуем разобраться в разнообразии эффектов двухцветных сочетаний. Для возможности такого анализа в первоначальное рассмотрение включим только два типа количественных соотношений цветов в паре: равенство их площадей и преобладание одного из цветов. Другие соотношения будут изучены в разделе цветовой композиции.

Для облегчения анализа примем еще одну задачу. Первую стадию изучения цветов проведем в такой максимальной степени насыщенности, которую позволяет получить чистая краска. Как будет влиять изменение насыщенности на общий характер пары цветов мы проследим отдель-

но, поскольку это именно то качество цвета, которым мы можем управлять. Другие характеристики мы должны принять как не зависящий от нас факт действия этих цветов на наше восприятие. Таким образом, в первом анализе пары цветов рассматриваем цветовой тон светлого насыщенного цвета и его психологические свойства. По сопоставлению этих свойств парные цвета могут оказаться контрастными, т.е. противоположными, или сходными. Следовательно, далее нам нужно разбираться в степени контрастности их качеств.

Контрастность цветового тона следует из природного порядка цветов в спектре. Цвета, находящиеся в спектре на расстоянии друг от друга, дадут контрастные по тону сочетания. Соседние цвета производят впечатление сходных. Контрастность светлоты понятна из визуального сравнения, контрастность, или сходство психологических качеств явствует из смыслового анализа.

Измените все сочетания в рассыпной мозаике так, чтобы число фигур каждого цвета в комбинаторике было равным. Из всего многообразия двухцветных сочетаний выделим пары основных уникальных цветов: желтого, красного, синего, зеленого. Они образуют шесть пар сочетаний. Рассмотрим каждое из них.

Желтое и красное. Близость цветов в спектре определяет сходство тонов в паре. Контраст их светлоты невелик. По психологическим качествам оба цвета теплые, активные, энергичные. При их соединении от

совместного действия возникает сильная напряженность. Таким образом, сочетание этих двух цветов характеризуется сходством и напряженной активностью. Назовем его «аналогия динамическая», поскольку «динамический» означает «напряженно, активно действующий».

Красное и синее. В спектре эти цвета разделяются желтой, зеленой и голубой группой, потому их цветовой тон несет в себе значительную контрастность. Цвета близки по светлоте, однако полностью различны по характеристикам теплоты и активности. По психологическому воздействию они также противоположны: красный вызывает тревогу, синий спокойствие. Таким образом, в сочетании качеств есть и малые, и сильные различия, отчего их контрастность приобретает динамичность. В целом это энергичное и жизнерадостное сочетание. Назовем эту пару «контраст динамический».

Синее и зеленое. Эти цвета близки по тону и светлоте, один из них холодный и пассивный, другой нейтральный. В целом эта пара производит впечатление неподвижности из-за отсутствия контрастов. Назовем ее отношения «аналогия статическая».

Зеленое и желтое. Эти цвета близки по месту в спектре. Между ними не резкая, но заметная разница по светлоте. Один из цветов теплый и активный, другой нейтральный. Напряженность желтого смягчается зеленым. Контраст, введенный светлотой, вносит оживление. В целом сочетание спокойно и устойчиво. Это

легкая, но прочная контрастность. Примем для него название «контраст стабильный».

Желтое и синее. В спектральной последовательности, эти цвета разделены двумя группами, зеленой и голубой, и потому контрастны по цветовому тону. Они также полностью противоположны по теплоте и активности. У них резкая разница светлоты. Таким образом, цветовой контраст усилен остальными качествами. Назовем их отношения «контраст интенсивный».

Красное и зеленое. В спектральной последовательности цвета разделены оранжевой и желтой группой и обладают значительным различием тонов. Они, однако, полностью равнозначны по светлоте. В психологическом сопоставлении активность и возбуждающее действие красного нейтрализуется успокаивающим действием зеленого. В этом сочетании возникает цветовая противоположность, в которой нет конфликта. Качества взаимно сбалансированы до состояния покоя. Примем для этой пары название «контраст статичный».

Если выбор цветов сдвинуть по спектру влево и взять другую, соседнюю по тону четверку, а именно:

- желтый холодный зеленоватый,
- оранжевый,
- фиолетовый,
- зеленовато-голубой,

то отношения контрастности между ними будут такие же, как в основной четверке. Они определяются по той же схеме.

Подобным образом проанализируйте контрастность других цветowych пар.

Измените комбинаторики следующим образом. Возьмите четыре квадрата одного цвета и кружок другого цвета. Рассмотрите парные сочетания в этом новом соотношении. Степень и характер их контрастности остаются теми же. Разница впечатлений вызвана изменением соотношения психологических качеств. Установить какие эмоциональные свойства будут преобладать в сочетании, зная каждый из цветов, нетрудно.

Рассмотрев последний вариант упражнения мы заметим новое для нас качество сочетаний – заметность одного цвета на фоне другого. Это качество в основном связано со степенью контрастности светлоты цветов. Сам цветовой тон менее важен. Для хорошей заметности цвет пятна должен быть более светлым или более темным, чем фоновый цвет. Если соединить контрастность по светлоте с пространственными качествами выступления и отступления цвета, можно образовать сочетания, в которых цвет пятна хорошо виден на расстоянии.

Упр. 30. Цветовой акцент: заметность цвета в двухцветных сочетаниях.

Рассмотрите сочетания из третьего варианта с расстояния в 2–3 метра. Разделите сочетания на следующие группы: хорошая заметность цветowego пятна, средняя заметность цветowego пятна, слабая заметность цветowego пятна.

Ученые Германии приводят следующую последовательность заметности цвета от максимума к минимуму:

- 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.

Плохая заметность красного на зеленом является следствием одинаковой светлоты цветов. Между тем, это сочетание часто используется в плакате. В таком решении текст и изображение с расстояния будут плохо различимы.

Добавим в изучение парных сочетаний разную насыщенность цвета. Дальнейшую работу будем проводить на основе колористического построения для двухцветных сочетаний.

Упр. 31. Колористическое построение для работы с двухцветными сочетаниями.

Если сопоставить два монохромных колористических построения, образуется двухцветная клавиатура. Для изучения сочетания двух цветов можно пользоваться сокращенным построением, исключив шкалы тусклых тонов от смешения со светло-серым. В этом случае колористическое построение для работы в двухцветной гамме составляется из шести шкал, образованных от соединения

каждого из двух изучаемых цветов с белым, средне серым и черным. Шкалы должны быть последовательно наклеены в шесть горизонтальных рядов. Сверху расположите шкалы более светлого цвета пары.

Таким образом, будет получена двухцветная палитра, содержащая 42 производных тона и два исходных цвета в чистом виде. Для дальнейшей работы нам понадобятся квадраты и кружки всех 44 тонов.

Упр. 32. Комбинаторики двух цветов: тона по диапазонам светлоты в нюансном и контрастном сочетании.

Просмотрим сочетания двух цветов в трех вариантах насыщенности по диапазонам светлоты. Светлый диапазон дает белая и начало серой шкал, темный — черная и конец серой, но эта граница зависит от первоначальной светлоты исходного цвета. Понятие о диапазоне, нюансе и контрасте монохромного цикла.

По выполненным упражнениям проследите, как изменяется характер цветовых сочетаний при использовании вариантов насыщенности по трем шкалам. Отношения по цветовому тону в любой паре смягчаются разбеливанием, а при значительном содержании серого или черного сближаются до нюансности. Все изменения контрастности цветовых пар в разных степенях насыщенности вызваны новым соотношением тонов по светлоте. Этой контрастностью светлоты мы можем управлять, например, уравнивать светлоту двух цветов, подобрав равносветлые ступени их

насыщенности, или выбрать резкий контраст светлоты в белой и черной шкалах двух цветов.

Упр. 33. Цветовое сравнение: введение контраста изменением насыщенности (для аналогичной пары цветов).

Выполните три минимальные комбинаторики на сетке 2×2 квадрата. Для первой подберите из колористического построения наименее контрастные тона двух цветов, для второй — цвета пары в полную насыщенность и ближайшую к ней ступень, для третьей — тона двух цветов, контрастных по светлоте.

Упр. 34. Цветовая фраза: усиление контраста двух цветов изменением насыщенности (для аналогичной пары цветов).

Для мозаики используйте тона всех трех комбинаторик предыдущего упражнения. Выполните построение на сетке 5×5 квадратов, усиливая контраст тонов в каком-то одном направлении: сверху вниз, по диагонали или из центра.

Итак, изменением насыщенности можно смягчить или уничтожить контраст двух цветов, можно довести его до резкости, можно ввести контраст в неконтрастную пару. Это безгранично увеличивает богатство двухцветной гаммы и широту ее композиционных возможностей.

Рассмотрение предыдущих упражнений поможет выявить декоративные эффекты и психологические воздействия двухцветных сочетаний.

Упр. 35. Цветовая фраза: декоративная выразительность двухцветных сочетаний.

По сравнению с монохромной гаммой палитра в двухцветном сочетании значительно обогатилась, и потому могут быть найдены очень интересные решения. В мозаиках отмечайте сочетания, которые покажутся вам наиболее декоративными.

Обратите внимание, как влияет на декоративность двухцветных сочетаний в вариантах насыщенности изменение тона некоторых цветов, происходящее при смешении с ахроматическими компонентами. В паре «красное и желтое» возникающее позеленение желтого настолько обогащает палитру, что практически по двухцветному колористическому построению вы получаете трехцветные по впечатлению сочетания. В паре «желтое и зеленое» позеленение желтого как бы расширяет второй компонент пары. В паре «желтое и синие» для получения максимально контрастных соотношений двух цветов происходящее позеленение может оказаться нежелательным. Тогда, как мы знаем, нужно использовать шкалу смешения желтого не с черным, а с темно-коричневым цветом.

Упр. 36. Цветовые фразы: психологические характеристики двухцветных сочетаний.

В двухцветной гамме наша задача стала более сложной. Для ее решения соедините свои знания о характере контрастности цветовой пары и наблюдения игры тонов в вариантах

насыщенности. Отдельно отметьте, какое впечатление от сочетаний двух цветов, в которых между ними существует примерное равенство площадей, и от сочетаний, в которых преобладает один из цветов. Попробуйте получить от таких сочетаний двух цветов психологически противоположные результаты. Например, сочетание голубого и зеленого поровну можно охарактеризовать как молчаливое. Если на том же зеленом фоне разместить одно голубое пятно, оно покажется зовущим. В сочетании оранжевого и фиолетового можно организовать такое соотношение цветов, которое при малом оранжевом пятне будет привлекать внимание, при равенстве цветов — рассеивать и утомлять внимание.

Из каких шкал выбирать тона для фраз понятно из названия каждого упражнения, приведенного в общем перечне упражнений.

В любые двухцветные сочетания можно ввести ахроматические тона. Ахроматическая гамма своей тональностью внесет новую эмоциональную окраску в характер сочетания двух цветов, значительно изменяя его воздействие. Она может затемнить или высветлить общий эффект, придать легкость или утяжелить, внести отсутствующий между цветами контраст или смягчить его переходными серыми тонами.

Упр. 37. Комбинаторики и цветовые фразы: двухцветная гамма с ахроматическими тонами.

Просмотр двухцветной гаммы в сочетаниях с ахроматическими тонами,

оценка декоративности этих сочетаний и их психологических качеств пользуйтесь описаниями аналогичных упражнений.

Двухцветные сочетания широко используются во всех видах прикладного искусства и дизайна. Своей декоративностью и психологической выразительностью они могут решить большинство художественных задач. Неслучайно они очень популярны в народном творчестве. Их встретишь в киргизском чий, казахском войлочном сырмаке, узбекском сюзане, гуцульской керамике. Примеры можно найти в любом жанре и материале. Разнообразие двухцветных сочетаний неисчерпаемо.

5. Закономерности смешения цветов и процессы цветообразования

До сих пор мы смешивали цвета только с ахроматическими компонентами. Обратимся к смешению хроматических тонов. В смешении цветов выделяют два основных типа: субтрактивное или вычитательное, и аддитивное, слагательное.

Вычитательный цветоэффект возникает от соединения материалов с разными цветопоглощающими способностями. В результате происходит поглощение одним из компонентов части лучей, отражаемых другим компонентом, т.е. вычитание этой части цветового излучения из их суммарного спектра. Такой процесс проис-

ходит при совмещении цветных прозрачных пленок и стекол, при последовательном нанесении прозрачных слоев краски. Тот же процесс действует при смешении красителей.

При субтрактивном смешении основными цветами являются фуксиновый, желтый и цианисто-голубой. Они при попарном смешении дают красный, синий с фиолетовым отливом и зеленый цвета, а при общем смешении черный.

При смешении красителей вступает в действие сложная химия красок. Пигмент для получения одного и того же цвета может иметь различный химический состав, и потому при смешении одинаковых по визуальной оценке цветов с различным химическим составом могут возникнуть смеси, отличающиеся по оттенкам. Заранее точно установить результаты смешения красок можно только по спектральному составу пигментов. Поскольку в обычной педагогической и художественной практике мы не будем пользоваться данными о спектральном составе красящих веществ, нам: остается только путь опробования краски.

Упр. 38. Субтрактивное смешение (исходных) цветов.

В этом упражнении в качестве исходного цвета можно взять любую краску, например, для исходного красного годится всякая краска красного в чистом виде. Ее нужно смешивать с цветным компонентом по правилу образования равноступенчатой шкалы. Средний тон между двумя цветами находится по правилу. В цветных шка-

лах все переходы тонов также должны быть строго равномерны.

Из исходного цвета образуем шесть шкал смешения с шестью следующими компонентами. Исходный красный нужно смешивать с двумя любыми желтыми, тремя синими и одним зеленым; исходный желтый — с двумя любыми красными, двумя синими, двумя зелеными; синий — с двумя любыми красными, двумя желтыми, двумя зелеными; зеленую — с двумя любыми желтыми, одной красной, тремя синими. При использовании оранжевой в качестве исходной краски отнесите ее к красному или желтому типу в зависимости от ее тона и возьмите для нее соответствующие компоненты смешения. Так же следует поступить и с другими промежуточными цветами. Компоненты смешения, так же как и исходный цвет, должны быть чистой несоставной краской.

Шкалы выполните в шести горизонтальных рядах. Справа должны находиться оттенки, близкие к исходному цвету, слева — близкие к компоненту смешения. Цвет компонента смешения в чистом виде разместите в виде кружка в начале шкалы слева. На полях форматки сделайте выкраску исходного цвета в полную насыщенность. Под выкраской подпишите промышленное название краски и ниже — наименования красок — компонентов смешения.

Обратите внимание на смешение со стронциановой желтой, оранжевой, рубиновой красками. Студенты обычно не пользуются ими, лишая

свои работы тончайших и красивейших оттенков.

Методом субтрактивного цветообразования, разложения цветов, разрабатывается авторская палитра художника. Для этого нужно составить шкалы смешения для максимально доступного числа красок. Далее сравните все шкалы. Отберите те из них, которые наиболее отвечают вашему вкусу, дают основные цвета и самые чистые оттенки. Из тонально близких шкал возьмите одну наилучшую, чтобы исключить повторы. Таким выбором вы найдете какой-то оптимальный минимум исходных цветов. Хорошо изучив смеси этого минимума, вы сможете получать из него лучший цветовой результат, чем при использовании большого количества красок, возможности смешения которых вы не выявили.

При смешении красок следует учитывать однородность их химического состава. Хороши будут результаты при смешении красок с родственным составом пигмента. Например, окись хрома, изумрудная зелень, стронциановая желтая относятся к хромовым краскам и отлично смешиваются между собой. Охры, марсы, сиены, красные земли содержат окиси железа и, как однородные, хорошо смешиваются между собой, но плохо — с другими составами, например, их нельзя смешивать с красками на основе растительных пигментов. Существуют традиционные указания, какие краски не следует смешивать, поскольку они дают непрочные быстро изменяющие свой первоначальный

цвет смеси. Так, не рекомендуется смешивать кадмий с железными красками, киноварь — с медными зелеными и синими, краплак — с хромовыми и железными, ультрамарин — с кадмиями. Однако следует учитывать, что в настоящее время краски на основе природных материалов заменяются искусственными и синтетическими. Современные промышленные краски имеют сложную рецептуру, и старые советы могут оказаться для них недействительными. Поэтому опробование по указанной методике необходимо.

Аддитивное смешение цветов, цветопередача демонстрирует в следующем опыте. Если настроить три проектора с красным, зеленым и синим фильтрами таким образом, что их свет будет проектироваться с одинаковой интенсивностью на белый экран, там возникнет белое освещение. Это результат сложения трех цветных световых потоков. При сложении основными в цветообразовании являются красный, зеленый и синий цвета. Они при попарном соединении дают желтый, пурпурный и голубой, а при общем смешении — белый. Это правило сложения действует только для цветного света.

Посредством аддитивного смешения устанавливается понятие дополнительных цветов. Если два луча света, значительно различающиеся по цветовому тону и отрегулированные по интенсивности, дают белый след на экране такие цвета считаются дополнительными, поскольку они взаимно дополняют друг друга до полной суммы, т.е. белого света. Так, если подоб-

ным образом спроецировать на экран синий и желтый лучи от разных источников света, то общее освещение окажется белым. Смешением двух дополнительных цветов на вращающемся диске можно воспроизвести нейтральный серый. Однако при смешении красок, цвета которых дополнительные, этот эффект возникает редко в силу все той же химии красок. Вместо серого чаще получается бурый цвет.

Художник может определить дополнительные цвета следующим образом. Положим квадрат любого цвета в полную насыщенность на серую бумагу и будем какое-то время неотрывно смотреть на него. Переведя затем взгляд на лист белой бумаги, помещенный в тени, можно увидеть, как на ней появится и разгорится яркий квадрат, цвет которого будет дополнительным к цвету квадрата на серой бумаге.

Проделанный опыт относится к эффектам оптического цветообразования. Под оптическим цветообразованием следует понимать возникновение нового цветового тона материала, полученного без действия красителя и вызванного лишь особенностями визуального восприятия. Цветной материал при этом не приобретает новой окраски. Появление цвета существует лишь в нашем ощущении, но оно заметно преобразует весь цветовой строй работы. К оптическому цветообразованию относятся следующие цветовые явления: последовательный контраст, аддитивное смешение цветов в сложных узорах, смешение цветов, одновременный

цветовой контраст, пограничный контраст.

Опыт, в котором мы определяли дополнительный цвет, относится к проявлениям последовательного контраста, научное название — отрицательные последовательные образы. Дополнительный цвет отрицательных последовательных образов, который мы наблюдали, объясняется утомлением сетчатки глаза, из-за чего она становится менее чувствительной к цвету. При переводе взгляда на белый лист хроматически утомленный участок сетчатки воспринимает белое и, поскольку белое складывается из двух взаимно дополнительных цветов, глаз видит пятно второго цвета.

Последовательный контраст наиболее явно возникает при рассмотрении интенсивных цветов.

Явление последовательного контраста нужно учитывать в продолжительной работе с цветными материалами, чтобы исключить нежелательное появление цвета. Из этого же явления можно получить и дополнительный декоративный эффект. Так, если в театральном действии сцена долго была голубой, то выход героя в желтом костюме будет выглядеть ослепительным и великолепным. То же произойдет с красным костюмом после предшествовавшей сцены в зеленых тонах, поскольку глаз по контрасту будет особенно чувствителен к этому цвету.

Аддитивное смешение цветов, которое в полной мере наблюдается при сложении цветных излучений от источников света, происходит в некоторых случаях и с отраженными

цветными лучами, однако эффект такого цветообразования значительно ослаблен, поскольку вызван не светом, дающим интенсивность новому цветовому впечатлению, а цветными поверхностями, посылающими в глаз значительно меньшее количество световой энергии. Интересно наблюдать эти явления на сложных узорах.

Для этого узора взяты три цвета: оранжево-желтый, зеленый и фиолетовый, т.е. цвета, близкие к аддитивно основным. В цветовых сочетаниях даны следующие варианты: желтый орнамент елочкой на фоне фиолетовых и зеленых полос; фиолетовый орнамент елочкой на фоне желтых и зеленых полос; зеленый орнамент елочкой на фоне фиолетовых и желтых полос. При рассмотрении иллюстрации с расстояния вытянутой руки в разных местах узора один и тот же цвет становится разным. Желтый розовеет на фиолетовом фоне, который в свою очередь краснеет. Зеленый голубеет на фиолетовом фоне, который на этот раз синееет. На зеленом желтый сильно желтеет, теряет оранжевый оттенок, а зеленый фон становится более теплым. Эти изменения цвета показывают, что происходит сложение цветов:

- желтые и фиолетовые лучи аддитивно дают эффект красного цвета, что вызывает покраснение пятна в целом, при этом желтый розовеет, фиолетовый получает красноватый оттенок;

- фиолетовые и зеленые лучи, складываясь, дают эффект голубого цвета, все пятно в целом заметно голубеет;

- пятно из чередования оранжево-желтого и зеленого в целом желтеет, поскольку по аддитивной схеме красное плюс зеленое дает желтое.

Еще один интересный пример оптического цветообразования наблюдается при рассмотрении с некоторого расстояния рисунка, который состоит из чередующихся красных и синих полос. Если отойти так, что полосы становятся неразличимы, вся поверхность кажется фиолетовой. Однако фиолетовый цвет будет виден и с небольшого расстояния, когда еще можно различать синие и красные полосы. Это происходит потому, что люди с нормальным зрением обычно имеют значительную близорукость в отношении синего цвета. В то время как красный свет фокусируется на сетчатке или совсем близко к ней, синий свет фокусируется на значительном расстоянии впереди сетчатки. В результате на ней образуется большое расплывчатое синее изображение, которое накладывается на красное изображение, и это приводит к восприятию фиолетового цвета.

Упр. 39. Оптическое возникновение фиолетового оттенка.

Для наблюдения описанного выше явления выложите кистью комбинаторику на сетке 5×5 квадратов из насыщенных тонов белой шкалы красного и синего цветов. Красные и синие мазки выложите в шахматном порядке. Покройте их другим цветом пары. Рассмотрите комбинаторику с расстояния 2–4 метра.

Легкость получения фиолетового оттенка оптическим смешением имеет практическое значение, и этот способ можно применять на многих случаях вместо использования дорогого красителя. Например, тонкая вышивка швом в одну строчку киноварно-красной нитью на голубом фоне обогатит простой цвет и станет пурпуровой, поскольку красные лучи сложатся с голубыми от фона. Такое оптическое прибавление одного цвета к другому называют аддитивным смешением.

Аналогичное явление происходит в так называемом партитивном (частичном) цветообразовании. Партитивное цветообразование — это способ смешения цветов посредством сопоставления небольших цветных поверхностей. Получение нового цветового тона из двух или нескольких исходных цветов происходит за счет смешения цветных лучей, отраженных от неразличимых по форме мелких частиц материала, имеющих исходные цвета. Цветные частицы, в отличие от сложных узоров, не несут никакого рисунка. Они лишь мелкие цветные штрихи, видимые только при рассмотрении вплотную или при увеличении.

Партитивное цветообразование происходит в мозаике, в ткачестве, в цветной печати. Поскольку партитивное смешение цветов — это сложение отраженного излучения, цветные результаты подобны результатам аддитивного смешения, но суммарный цвет как бы слабеет от недостатка энергии. При сложении красного и зеленого образуется темноватый

желтый охристый цвет. От сложения синего и желтого возникает не белый, а серый, и при этом с прозеленью. Полученный смешанный цвет всегда светлее, чем любой из слагаемых. Результат зависит от соотношения цветных поверхностей. Смешанный цвет — средний по цвету и яркости по отношению к общему размеру слагаемых поверхностей.

В окружающем нас цветовом калейдоскопе любой видимый цвет всегда находится на каком-то фоне или в соседстве с другими цветами. Такое расположение цветов вызывает их взаимное влияние, которое обуславливает визуальные качества цветового тона. В результате действительная окраска материала и ощущение от нее далеко не всегда совпадают.

Опыты, демонстрирующие взаимовлияние цветов, могут быть проведены нехитрым, но точным способом. Из бумаги всех цветов и оттенков, которые вы сможете достать, нужно нарезать квадраты 75×75 мм и полосы-прямоугольники, длинная сторона которых равна двум сторонам квадрата, а короткая — не менее половины стороны квадрата. В центре квадратов пробейте отверстие. Техника опытов заключается в наложении двух квадратов на полосу; двух одинаковых цветных кружков на два разных цветных фона и сравнения их. Если пользоваться для просмотра обычными кружками, то трудно провести точное сравнение, поскольку цвет кружков можно перепутать, чего не произойдет в полосе. Итак, цвет кружка дает полосу, цвет фона — квадрат.

Упр. 40. Зависимость цвета пятна от цвета фона.

Возьмите синий и желтый квадраты ярких и чистых цветов и красную полосу. Выбирая красный цвет полосы, следует взять тон, который по спектру смещен в сторону желтого. Это будет яркий теплый красный, близкий к оранжевому. Поместите синий и желтый квадраты на красную полосу. Сравните оба кружка.

В проделанном упражнении на синем фоне кружок горит красным угольком, а на желтом — потухает, приобретает легкий коричневатый налет, выглядит потускневшим. Цвет поменял свой тон в различном окружении. Для обозначения этого цветового явления применяют название «одновременный (симультанный) контраст». Обратите внимание на различие в использовании привычного слова «контраст» в терминологии цветоведения по сравнению с названием средств композиции. В искусстве контраст — это резко выраженная противоположность. В изучаемом явлении контрастом названо изменение видимых качеств цвета, вызванное соседствующими цветами. Эти изменения обычно бывают нюансными.

Возникновение одновременного цветового контраста связано с психофизическими особенностями восприятия. Психофизика, изучающая связь между физической причиной, вызывающей ощущение, и психическим актом восприятия, установила, что восприятие не есть адекватное отражение окружающего мира. При

передаче сенсорной информации и ее обработке мозгом внешний сигнал претерпевает субъективные изменения, которые направлены на увеличение четкости полученной информации. К таким изменениям относится способность глаза усиливать степень контрастности цвета воспринятых объектов. Контрастность в ощущении нужна глазу для лучшего различения, и глаз как бы «подыгрывает» сам себе в четкости восприятия разницы между фоном и пятном. Современная наука считает это явление следствием возбуждения клеток сетчатки, находящихся не только в зоне получения светового ощущения, но и в боковых соседних слоях. Их побочный сигнал объединяется с главным сигналом светового ощущения, из-за чего в мозг поступает больше световых сигналов, чем идет от пятна, и тон пятна меняется.

С художественной точки зрения в явлении одновременного контраста нужно выделить его варианты:

- контраст светлоты между ахроматическими тонами,
- изменение светлоты хроматического тона без заметного цветового изменения,
- приобретение цвета ахроматическими тонами,
- усиление яркости хроматических тонов,
- изменение цветового тона,
- светлотный контраст.

Контраст светлоты между ахроматическими тонами называют одновременным светлотным контрастом.

Упр. 41. Одновременный светлотный контраст.

На полосу средне серого цвета наложите белый и черный квадраты с отверстиями. Сравните видимую светлоту серых кружков.

При сравнении серый кружок на черном фоне зрительно будет казаться светлее кружка на белой бумаге. Таким же образом возникает изменение светлоты хроматического тона. Это явление носит название светлотно-хроматического контраста. Любой цвет на темном ахроматическом фоне высветляется, на белом — темнеет. Так, положив белый и черный квадраты на полосу цвета охры, увидим два разных желтых: песочный на белом фоне и бледно-золотистый на черном.

Упр. 42. Одновременный светлотно-хроматический контраст.

Заготовьте квадраты белого, черного и средне серого цвета и полосы четырех основных цветов. Разложив квадраты на полосах, проследите изменение оттенка цвета в окружении разной светлоты. Средне серый фон покажет истинный оттенок цвета, снимая явление одновременного контраста.

Такое же явление может вызвать светлый цветной или темный цветной фон. Проследим это, сравнивая оранжевые кружки на красном и желтом фонах. На более темной красной поверхности оранжевый кружок выглядит светлее, а на более светлом желтом фоне заметно темнеет.

Наиболее поразительная особенность одновременного контраста — появление цвета там, где его не было,

иными словами, окрашивание ахроматического тона. Это явление в цветоведении иллюстрируется опытами с цветными тенями. Суть опыта заключается в следующем. Белый экран освещают двумя источниками света. Первый источник; дает белый свет, второй — любой цветной. На пути потоков ставят небольшой непрозрачный предмет типа палочки. Предмет, освещенный двумя источниками, отбрасывает в разные стороны две тени. Тень, закрывающая белым свет, бывает одного цвета с цветным источником. Тень от луча цветного осветителя окапывается контрастным к нему цветом. Появление тени контрастного цвета воспринимается почти как фокус.

Объяснение этого явления таково. Белый экран, освещенный белым и цветным светом, будет окрашен смешанным очень бледным цветом цветного источника. Этот цвет крапа едва различим, а затем в силу изменения чувствительности глаза от его приспособления к условиям освещенности, экран будет казаться белым. Это белое пятно на светло-цветном фоне. В силу одновременного контраста оно приобретает в восприятии цвет, контрастный фону. Мы видим белое цветным. Это своего рода цветотворчество глаза.

Это эффектное явление можно использовать на сцене, работая одним белым, другим цветным осветителем. Пользуясь одним фильтром, возможно, вызывать сразу два цвета.

Окрашивание белого пятна в контрастный фону цвет можно выпол-

нить только в опытах с цветным светом. Его нельзя повторить на цветных бумагах, поскольку бледно-цветной бумаги недостаточно яркости для возникновения контрастного цвета. Однако на бумаге можно наглядно провести опыты с серыми тонами.

Упр. 43. Окрашивание серых тонов в цветном окружении.

Выполните монохромную комбинаторику из разбеленных и тусклых тонов в сочетаниях с ахроматической гаммой для исходных цветов:

- травяной зелени,
- кобальта синего.

Для сравнения поставьте одинаковый кружок серого света на серый и на цветной фон. Проследите, как меняются серые тона.

В монохромных комбинаториках появляется второй цвет, и они кажутся двухцветными сочетаниями. В комбинаторике травяной зелени серые тона становятся сиреневыми, поскольку окрашиваются красным тоном, возникающим от одновременного контраста. В монохромной комбинаторике кобальта синего с ахроматической гаммой серые пятна — кружки и квадраты — сильно окрашиваются в бежевый цвет. Серыми в такой комбинаторике выглядят тусклые тона кобальта, т.е. его смеси с серым. Эти серо-голубые пятна на голубом фоне приобретают контрастный желтый цвет, но эта желтизна, смешиваясь с голубизной тона, нейтрализуется, и тона воспринимаются чисто серыми.

Итак, серое на цветном поле окрашивается в дополнительный к цвету

поля тон. Серое пятно будет голубеть на желтом фоне, зеленеть на фиолетовом, краснеть на зеленом, желтеть на синем. При этом одновременный контраст проявляется наиболее заметно в том случае, когда светлота серого пятна равна относительной светлоте цвета, контрастного фону. Это значит, что на голубом фоне должен быть помещен кружок более светлый, чем фон, т.к. его дополнительный цвет — светлый. На желтом фоне серый кружок должен быть темнее фона, поскольку его дополнительный — темный цвет. На зеленом и красном фоне можно положить кружки средней светлоты, поскольку дополнительные к ним цвета имеют среднюю светлоту.

Чтобы получить впечатление серого на цветном фоне, нужно пятно слегка подкрасить в цвет фона, чтобы нейтрализовать возникающий контрастный оттенок. Способность вызывать одновременный контраст у разных цветов различна. Зеленый, голубой, фиолетовый и другие холодные цвета вызывают контрастный цвет на нейтральном сером более резко, чем красный, оранжевый, желтый, зелено-желтый и другие теплые тона. Наибольшему изменению подвергается серое пятно на голубом фоне.

На совершенно черных поверхностях не могут образоваться контрастные цвета. Однако если черная поверхность блестящая, она практически является темно-серой и поэтому подвержена явлению одновременного цветового контраста. Так, например, черный шелк от голубого

узора на нем станет казаться темно-коричневым. Точно так же будет менять свой оттенок тонкий черный рисунок на блестящей цветной поверхности. На красном фоне черный рисунок будет зеленеть, на голубом — желтеть. Черные рисунки на фиолетовом атласе приобретут сильно заметный желто-зеленый отлив. Тот же рисунок будет значительно чернее на фиолетовом бархате, не имеющем блеска. Чтобы черный рисунок в блестящем материале смотрелся совершенно черным на цветном фоне, его нужно сделать слегка окрашенным в цвет фона, чтобы нейтрализовать возникающий контрастный цвет.

Упр. 44. Одновременный контраст дополнительных цветов.

1. Поместите желтый кружок; на синем и средне сером фоне.

2. Поместите пурпурный кружок на зеленом и средне сером фоне.

Можно взять другие дополнительные пары. Сравните вид кружка одного цвета на разных фонах.

Свойство глаза усиливать степень воспринимаемого контраста приводит к тому, что два дополнительных цвета, соседствуя, увеличивают свое цветовое различие. Так, желтое пятно на синем фоне станет интенсивно желтым, а бледно-голубое на желтом фоне станет ярко-голубым.

Если на цветном фоне поместить пятно сложного составного цвета, глаз будет острее воспринимать в пятне те составные цветные части, которые по тону дополнительные с фоном. Это сильно изменит в восприятии

собственный цветовой тон пятна. При контрастном взаимодействии дополнительных цветов их тон изменяется в сторону дополнительного цвета.

Упр. 45. Изменение хроматического тона сложных цветов в одновременном контрасте.

1. Поместите сиреневый кружок на зеленом и красном фоне.

2. Поместите пурпуровый кружок на голубом и желтом фоне.

Сравните кружки по цветовому тону.

В опытах отчетливо видно, как сиреневый кружок становится более фиолетовым на зеленом и сереет на красном. Пурпуровое пятно краснеет на голубом и синееет на желтом. Перебирая квадраты и полосы, вы найдете и другие подобные примеры.

В опытах легко заметить, что пятно сложного по цветовому составу тона более подвержено изменению в одновременном контрасте, чем простые основные цвета. Точно так же менее насыщенные цвета подвержены явлению одновременного контраста больше, чем сильно насыщенные. Подберите сами варианты сочетаний на квадратах и полосах.

Чтобы выяснить, каковы различия во влиянии на пятно фона разных цветов, сделаем следующее сравнение.

Упр. 46. Выявление силы влияния цвета фона на цвет пятна.

Поместите на голубом, зеленом, красном и желтом фоне одинаковый оранжевый кружок. Сравните между

собой первую пару. Сравните вторую пару. Сравните одновременно все четыре сочетания.

В проделанном опыте желто-красный кружок на голубом фоне будет более желтым, а на зеленом — более красным. Мы знаем, что к цвету кружка как бы добавился цвет, дополнительный к фону. На красном фоне желто-красный кружок будет желтеть, а на желтом — краснеть, т.е. усиливается в восприятии та часть окраски, которая отлична от фона. При одновременном сравнении четырех желто-красных кружков оказывается, что цветовой фон, стоящий по спектру ближе к пятну, вызывает большее изменение в тоне пятна, чем фон, цвет которого отстоит по спектру дальше. Итак, контрастный фон подчеркивает яркость пятна, а близкий по цвету — изменяет его цветовой тон.

С влиянием одновременного контраста связана и характеристика цвета по теплоте. Проследите на опытах, как в одновременном контрасте холодные цвета делают соседние цвета более теплыми, а теплые цвета делают соседствующие тона более холодными.

Если из-за одновременного контраста две одинаково окрашенные поверхности производят разное цветовое впечатление, то можно провести и прямо противоположный опыт, а именно, двум неодинаково окрашенным поверхностям посредством контраста с фоном придать одинаковый вид. Правда, такое действие можно произвести, если различие в оттенках цветов невелико, а сами цвета поддаются влиянию контраста.

Упр. 47. Снятие или увеличение разницы в оттенке цвета.

1. Возьмите два красных цвета, отличающихся по оттенку, первый — чуть темнее и краснее, второй — чуть светлее и желтее, например, киноварно-красный и сурик красный. Поместите их на разных цветных фонах: более темный на пурпуровом, а более светлый на желтом. Сравните оттенки.

2. Поменяйте сочетания, выложив светлый красный на пурпуровом, а темный — на желтом фоне. Сравните оттенки.

Соотношения двух красных тонов в проделанных опытах сильно менялись. В первом опыте из-за контраста оба кружка уравнивались по тону и выглядели одинаково. Во втором опыте светлый желтый фон делал темноватый красный кружок еще более темным, а пурпуровый фон еще более высветлял светло-красный кружок, и различие двух красных тонов, которое было нюансным, стало сильно заметно.

Наибольшие изменения от одновременного контраста претерпевают края цветового пятна. Получается как бы цветовая кайма в местах соприкосновения. Это явление называют пограничным контрастом. Если рисунок цветового пятна обвести контуром, то ни одновременного, ни пограничного контраста между тонами не возникнет. Этим пользуются, чтобы избежать нежелательных изменений цвета.

Точные знания того, какие изменения претерпит тон от цветового соседства, нужны в любой художественной деятельности. Однако умение

учесть меру влияния одновременного контраста на цветовое впечатление особенно существенно в прикладном искусстве, и тем более в тех его видах, где нужно работать с готовыми тонами, технологически не допускающими никаких последующих изменений цвета. Таковы, например, вышивка, ткачество. Задача художника заключается в том, чтобы суметь «вычесть» или «добавить» ту часть цвета, которая сама возникнет от действия контраста, чтобы заранее выбранные для изделия цветные материалы не проявили бы своего цвета чрезмерно сильно или не поблекли бы.

При учете действия одновременного цветового контраста в изделии важно выделить такие влияния: равное взаимодействие частей композиции, воздействие целого на часть, воздействие частей на целое и изменение, возникающие в компоненте композиции при его любой роли.

Равное взаимодействие оказывают друг на друга дополнительные или близкие к ним контрастные цвета. В этом случае наблюдается влияние фона на части и частей на фон, и взаимовлияние равных частей композиции друг на друга. Влияние идет в сторону усиления контрастности и яркости.

В других случаях для возникновения явления одновременного контраста нужно соотношение пятна и фона. Размеры пятна и фона варьируются в зависимости от интенсивности фона и восприимчивости пятна, но мелкость пятна необходима. Цвет пятна будет изменяться под влиянием

фона, но при равных соотношениях площадей цветов тонального изменения не произойдет. Это условие действительно для пятна сложного цвета на фоне простого цвета. Само пятно заметного влияния на фон не оказывает. В силу того, что бледные малонасыщенные цвета подвергаются воздействию одновременного контраста в сильной степени, такие цвета, выбранные в качестве фона, будут подвергаться влиянию пятна. Яркое пятно, а лучше несколько ярких пятен одного тона будут влиять на бледный фон, вызывая в его тоне контрастный им оттенок.

Наконец, ахроматические серые тона будут поменяться в одновременном цветовом контрасте и окрашиваться в контрастные цвета, какое бы место в композиции они не занимали. Они подвергаются цветовому влиянию и в качестве фона, и в качестве пятна. Если этого не учесть, из композиции могут исчезнуть задуманные ахроматические элементы.

Действие одновременного контраста будет сильнее, если в изделии нет различия текстур поверхностей. Для возникновения одновременного контраста в зоне его действия не должно быть третьего цвета или контурной линии.

6. Гармония цветов

В широком значении гармония определяется как стройная согласованность частей одного целого. В художественном произведении цвет, как часть целого, находится во вза-

имном соответствии с другими составляющими композицию элементами. Однако в учебном курсе можно рассмотреть в качестве целого сами цветовые соотношения, условно не принимая во внимание связь цвета с формой, местом в пространстве, освещенностью и всем тем, без чего общая гармония не существует. Проследим в таком узком аспекте, из чего и как складывается гармония цветов.

Нам нужно четко уяснить, что мы должны создавая цветовую гармонию. Что означает понятие «гармония» в применении к цвету? Установим это, раскрывая точный смысл слова. Оно происходит от греческого «приводить в порядок» и переводится на русский как «связь», «созвучие», «соразмерность». Отбросим два последних термина, поскольку ни звуком, ни размером нельзя характеризовать цвет непосредственно. Остается «связь», т.е. отношения на основе чего-то общего. Компоненты цветовой гармонии каким-то образом отвечают друг другу, они объединены.

Приложим широкое определение гармонии как стройной согласованности к сочетанию цветов. Согласованность говорит о достигнутом единстве, а прилагательное «стройный» по корневому значению восходит к понятию «расположение в порядок». Таким образом, составляя цветовую гармонию, мы должны идти от бессвязной разрозненности цветового хаоса к построению осознанного объединения, создать порядок на основе взаимного соответствия друг другу каких-то качеств цвета.

В ответ на вопрос «сумма каких цветовых частей создаст гармоничное целое» следует пронести дальнейшее расчленение, поскольку цвет обладает многими качествами, и, следовательно, связность нужно обеспечить по разным характеристикам цвета: тону, светлоте и насыщенности, по психологическим свойствам. Кроме того, важно количественное соотношение. Во всем этом комплексе первым разберем тональную согласованность.

В природе можно увидеть любые сочетания цветов, сияние желтого одуванчика в яркой весенней траве, пестрый ковер полевых цветов. Ни одно из цветосочетаний природы мы не сможем назвать некрасивым. Однако в художественной деятельности человек обнаружил сочетания особенной эстетической выразительности. Такие цвета, подобранные в одну группу, раскрывают наибольшую красоту друг друга и обладают такой совместностью действия, которая вызывает у нас ощущение цветовой слаженности, цельности и полноты.

Как составляются такие сочетания? Мы сможем согласовать несколько тонов, если будем исходить из общей взаимосвязанности цветов. Тогда установить соответствие тонов друг другу можно, выбирая их из общего цветового строя в определенном ритме или порядке. Порядок в выборе цветов ощущается нашим: глазом как эстетическое качество. Такие тона образуют цветовой аккорд. Одновременно они согласно воздействуют на наш зрительный аппарат, вызывая

благоприятное впечатление своей связностью. Итак, для нахождения тональной гармонии нужно обращаться к какому-то порядковому строю или системе цветов. Понятно, что взаимосвязанность цветов в такой системе, должна быть глубоко обоснованной, вытекающей из главных цветовых закономерностей, например, принципов цветообразования или из природы цветоощущения. Совершенство гармонии или степень гармоничности будет также зависеть от количественного состава выбранной системы цветов.

Система цветов, на основе которой обеспечивается тональная гармония, называется гармонизатором. Это — набор цветов, приведенных в упорядоченное построение, обусловленное вполне определенным выбранным нами для работы принципом. Само действие приведения цветов к тональной согласованности называется гармонизацией. Гармоничным мы будем называть цвета, выбранные в определенном порядке из одной цветовой системы.

В изобразительном и прикладном искусстве и дизайне цветовая гармония неизбежно связана с материальными носителями цвета. В педагогической работе мы также зависим от наличия материалов. Поэтому при выборе системы гармонизации для нас важно, в каких цветных материалах эта система может быть выражена. Мы обратимся к простым системам, основным принципом построения которых является легкость составления и практическое использование,

а также выполнение заданий из материалов, доступных в художественно-педагогической деятельности.

Практически все сказанное означает, то полный набор цветных материалов, с которыми вы работаете, должен быть приведен в определенную систему. Внутри этой рабочей системы цветов мы находим связи, вытекающие из самой структуры исходного расположения цветов, т.е. образуем меньшие группировки, принцип соединения которых вытекает из общего построения. Буквально это построение дает рисунок гармонической связи.

В художественном торжестве мы сталкиваемся с двумя возможностями в обращении с цветом: возможностью смешивать цвета и управлять ими, или случаями, в которых приходится иметь дело с материалами в уже готовом цвете. Примером этого в художественной деятельности служит витраж из фабричного цветного стекла, мозаика из естественного камня. В занятиях с учащимися это может быть работа с цветной бумагой, обрезками ткани и другими материалами, цвет которых мы не будем менять. Познакомимся с гармонизаторами, пригодными для каждого из этих двух случаев.

7. Гармонизатор «цветовой шар»

Природный порядок цветов раскрывается в спектре солнечного луча. Очередность цветов в спектре связана с последовательным изменением длины световой волны, т.е. с объективными причинами. Они в свою

очередь отразились на физиологических особенностях зрительного восприятия у человека. Поэтому эта природная радуга является естественной основой цветовых гармоний. В конце XVII века И. Ньютон, используя спектральную последовательность, расположил цвета по кругу сконструировав первую научно обоснованную цветовую систему из семи цветов, включая красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

Мы полагаем, что шар дает плоскостное представление о цвете, поэтому предлагаем в нашем случае использовать понятия: «цветовое множество» и «цветовой шар» на основе систематики «круга» Ньютона.

Вслед за Ньютоном цветовой круг конструировали многие художники и ученые. В. Гёте составил круг из шести цветов, выбранных на основе особенностей физиологии восприятия дополнительных цветовых пар. В него вошли пурпурово-красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый цвета. Правила построения цветового круга сейчас точно сформулированы. Это спектральная последовательность цветов, плавность и равноступенчатость переходов между тонами, расположение на концах диаметра взаимно дополнительных цветов. Абсолютно точного ответа на эту задачу нет. В каждом случае она решается с некоторыми отступлениями. Круг может быть сконструирован из разного числа цветовых тонов. Чем меньше делений в круге, тем он более резкий. В настоящее вре-

мя как оптимальный в цветоведении принят круг в 24 цвета. В нашей практике достаточным гармонизатором будет круг из 12 цветов.

Упр. 49. Конструирование цветового круга по аналогии со спектральным (из цветных материалов).

Задача упражнения упорядочить ваш красочный материал, будь то краски, цветная бумага, нитки, лоскуты, т.е. любые носители цвета, с которыми вы будете работать. Образцы материала: выкраски, лоскуты, вырезки из бумаги, моточки ниток и т.д. — нужно расположить по часовой стрелке в 12 ступеней. Ориентируйтесь на следующую последовательность цветов: яркий желтый, желтовато-оранжевый, оранжевый, чистый красный, пурпуровый, фиолетовый, синий, голубой, голубовато-зеленый, чистый зеленый, зеленовато-желтый, желтый, лимонный. Для выполнения упражнения пользуйтесь методическим пособием стандартного цветового круга из 21 цвета хорошего воспроизведения в издании. При условии, поставленном в упражнении, можно не получить точный равнопороговый спектральный круг, подберете рабочую палитру и обеспечьте ее упорядоченное цветовое построение.

Для выполнения цветового круга рекомендуем краски:

- кадмий желтый, хром желтый,
- кадмий оранжевый, хром оранжевый, желтый средний,
- сурик свинцовый, красно-оранжевый,

- кадмий красный, красный средний,
- кармин фиолетовый, кадмий пурпуровый,
- ультрамарин фиолетовый,
- ультрамарин,
- кобальт синий, средний синий, синий универсальный,
- церулеум,
- хром-кобальт, голубо-зеленый,
- хром или цинк, зеленый средний, универсальный зеленый,
- кадмий желтый, лимонный.

В этом наборе по диаметру круга находятся взаимно дополнительные цвета или близкие к ним. Набор включает четыре уникальных цвета, наиболее ярко видимые цвета спектра, и пурпуровые тона.

Снизив наполовину насыщенность каждого цвета посредством смешения с белым, средне серым и черным, можно выполнить еще три цветовых круга, которые будут работать как дополнительные гармонизаторы.

Упр. 50. Выполнение цветового круга на основе смешения цветов.

Выполнение этого упражнения потребует высококачественных красителей. Круг при смешении цветов строится на основе трех первичных основных: яркого желтого, фуксинового и бирюзового. Первыми производными будут: красный, фиолетовый и зеленый. Далее можно получить оранжевый, синий и варианты зеленого и пурпурового.

Построенный по принципу природного порядка цветовой круг позволяет составлять тональные гармонии.

Пользоваться кругом как гармонизатором впервые предложил В. Гёте в начале XIX века. Гармонические сочетания на основе 12-частного круга описаны немецким физиком В. Беццолдом в конце XIX века. В XX столетии к ним были добавлены несколько дополнительных ритмов, а также совмещение двух кругов из цветов сниженной насыщенности.

На основе цветового круга возможен выбор хроматических тонов в различных гармонических соотношениях. Разделим круг на две части. На концах одного диаметра находятся диаметрально-контрастная пара цветов, которые противоположны по своей цветовой природе. В точном цветовом круге это взаимно дополнительные цвета. Правилу максимальной контрастности отвечает не только точно диаметрально противоположный цвет, но и два его ближайших соседа. Таким образом, для каждой ступени круга допустимо принять три предельно-контрастных компонента.

Упр. 51. Комбинаторика гармоничных сочетаний: контрастная триада.

По кругу выберите три цвета по условию упражнения. Выложите комбинаторику на сетке 3×3 квадрата.

Сравнивая выполненные для разных триад, можно убедиться, что все они очень декоративны. К подобным сочетаниям трех цветов человек обращался с давних времен. Можно наблюдать троичные сочетания в орнаментах многих народов. Широко пользовались гармонией трех цветов художники итальянского Возрож-

дения. Их излюбленные сочетания в современных названиях таковы: фукишюво-пурпуровый, лимонно-желтый и цианисто-голубой; кармино-красный, желтовато-зеленый и ультрамарин синий; киноварно-красный, зеленый и голубо-фиолетовый; оранжевый, голубо-зеленый и пурпурно-фиолетовый.

В тройное сочетание можно ввести цвета полной насыщенности или составить смешанную триаду, в которой часть цветов будет разбелена или затемнена. Такие варианты многочисленны.

Гармоничную группу из четырех цветов по кругу образуют: аналогичная триада с цветом, дополнительным к среднему члену триады; две пары предельно-контрастных цветов; классическая триада с одним дополнительным цветом. Крестообразно лежащие цвета не всегда составляют гармоничную группу, например, такой группой могут оказаться четыре основных цвета, которые в тональном отношении не образуют связи, и композиции из этих сочетаний должны строиться на других, не хроматических отношениях.

Упр. 52. Комбинаторика гармоничных сочетаний: классическая триада с дополнительным цветом.

Комбинаторики составляют на сетке 4×4 квадрата. Число неповторяющихся сочетаний квадрата с кружком равно 12. Четыре оставшихся клетки заполните квадратами без кружков, взяв по одному для каждого из гармоничных цветов.

По кругу можно составить и более сложные ритмы. Попробуйте найти новый рисунок цветowych аккордов. Проиграйте их в комбинаториках.

В предыдущих упражнениях вы обратили внимание на то, что при конструировании цветowego круга к цветowому материалу предъявляются высокие требования. Это большой набор тонов, точность цвета, хорошее качество красителей. Как выполнить гармонизацию, если ваш цветовой материал этим требованиям не отвечает? Первым рассмотрим случаи, при котором смешение цветов невозможно.

8. Гармонизатор по коллекции цветов

Если в цветowом материале не хватает цветов, чтобы образовать полноценный круг, обратимся к другому, более простому построению, гармонизатору по коллекции цветов, а принцип гармонизации по коллекции цветов примем — особенность в психологии восприятия, а именно выделение четырех уникальных цветов. Возможно, разбить все цвета на четыре группы: чистый желтый и похожие на него, чистый красный и похожие на него, чистый синий и похожие на него, чистый зеленый и похожие на него. Это деление будет основой построения гармонизатора.

Упр. 53. Колористическое построение: гармонизатор по коллекции цветов.

Упражнение выполняется из цветных бумажек. В построение могут вой-

ти любые тона, включая разосланные и темные. Разбейте все цвета на четыре группы: желтую, красную, синюю и зеленую.

Действие выполненного гармонизатора основано на взаимоотношениях цветowych пар, уже изученных нами по теме. Выбор цветowych групп проводится в том же порядке, исходя из указанного характера контрастности цветов, т.е. возможно установить типов цветowych отношений.

Упр. 54. Комбинаторика контрастных цветowych пар.

Все шесть комбинаторик выполняются на сетке 4×4 квадрата. В указанной последовательности следует выбрать:

- любые сочетания тонов желтого и синего ряда;
- любые сочетания тонов красного и зеленого ряда;
- любые сочетания тонов красного и желтого ряда;
- любые сочетания тонов красного и синего ряда;
- любые сочетания тонов синего и зеленого ряда;
- любые сочетания тонов зеленого и желтого ряда.

На основе гармонизатора по коллекции цветов цветowe отношения приводятся к простейшей степени порядка. Поскольку в разбираемом примере мы по смешиваем цвета и не можем из имеющейся коллекции подобрать тон более точно, эта степень упорядоченности достаточна. Выбирая тона по такой схеме, будем использовать ту парную связь, пси-

хологический эффект которой соответствует задуманному вами впечатлению, например, напряжению, расслабленности, оживленности и т.д. Ход выбора тонов следующий. Примите нужный тон контрастности и выполните соответствующую комбинаторику. Она даст образцы возможных из имеющейся коллекции сочетаний. Рассмотрите комбинаторику и для разработки композиции примите любой ее фрагмент. Композицию разработайте только из тонов этого фрагмента. В принятой цветовой группе степень тональной гармоничности не может отличаться большой точностью, но общая гармония должна быть доработана гармонизацией — яркости или цветовой тяжести, о чем будет сказано далее. Эта часть гармонизации может быть выполнена с большой степенью точности, что обеспечит художественное качество — композиционной работы в целом.

Упр. 55. Комбинаторика: оживляющий акцент в пассивном сочетании.

Использование гармонизатора по коллекции цветов настолько несложно, что его можно рекомендовать для работы с детьми на первых занятиях по цветовой гармонии, которые проводятся в технике аппликации из фабричной бумаги.

Гармонизатор «цветовой квадрат».

Для гармонизации при смешении цветов используйте построение «цветовой квадрат». Этот гармонизатор выполняется при минимальной палитре. Для него нужно четыре исходных

цвета. Принципиально подходят любые четыре цвета желтого, красного, синего и зеленого типа тех оттенков, которые будут в наличии. Такую четверку можно подобрать из всякого набора красок. Если у вас большой набор цветов, выбор исходных компонентов для квадрата следует провести спектрально точно: взять любые крестообразно лежащие в круге цвета, т.е. два взаимно перпендикулярных диаметра. Один из вариантов выбора составляют четыре основных уникальных цвета. Очень красивым будет квадрат из следующих цветов: оранжевый, пурпурный, синий спектральный, травяная зелень. Можно построить и двухцветный квадрат, расположив цвета по диагонали, а два другие угла заполнить белым и черным. Во всех случаях угловыми цветами должны быть выбраны, только чистые краски.

Упр. 56. Колористическое построение: цветовой квадрат.

Возьмите четыре исходных цвета. Выполните минимальные выкраски чистых цветов и поместите их по углам квадрата. Далее смешивайте исходные цвета попарно: первый и второй, второй и третий, третий и четвертый, четвертый и первый. За число делений в переходных шкалах принимается 3-я, 5-я или 7-я ступень. Каждую шкалу нужно выполнить очень точно: средняя ступень должна быть точной зрительной серединой между исходными цветами, остальные должны давать плавные градации от крайних цветов к сред-

нему. При этом условии все четыре шкалы дадут одинаковые ступени переходов от одного цвета к другому. Поместите переходные шкалы между угловыми выкрасками. Образуется построение, в котором по углам находятся чистые исходные цвета. Они соединены переходными шкалами смешанных тонов.

Принцип гармонизации на основе квадрата заключается в том, что производные цвета, полученные от смешения угловых, несут в себе пропорционированное по зрительному ощущению количество образующих цветов и потому становятся соразмерны по цветовому тону. Так, если у вас три переходных ступени между исходными желтым и красным, то ближайшая к красному ступень несет в себе $2/3$ красного и $1/3$ желтого, средний производный тон содержит того и другого тона поровну, а ступень, ближайшая к желтому — $2/3$ желтого и $1/3$ красного. Этот расчет относится только к визуальному эффекту, а не к количеству красок, поскольку их химическая активность различна и смешение красок измеренными долями не даст нужного результата.

Рассмотрим гармонические связи тонов квадрата. Все цвета одной стороны квадрата родственны, поскольку получены на основе одних и тех же исходных. При этом каждая сторона квадрата дает две родственные группы. Например, в направлении от желтого к красному, начиная от чисто желтого до последней переходной ступени включительно, раз-

мещается желто-красная родственная группа, а от чисто красного, включая его, до желтого идет красно-желтая родственная группа. В родственную группу входит только один основной цвет, он и дает окраску всей группе. Всякая родственная группа объединена по цвету и образована нюансными переходами тона с равными нарастаниями. Таким образом, всю группу в целом можно считать соразмерной.

Выберем два любых тона из родственной группы. Зрительное содержание углового цвета в них различно. Чтобы их точно сгармонизировать, один из цветов, несущий в себе больше основного цвета, нужно разбелить или затемнить до такой степени, чтобы, сравнивая содержание углового цвета. Например, для среднего производного тона гармоничным будет исходный цвет, наполовину разбеленный.

Упр. 57. Комбинаторика: два сгармонизированных родственных цвета.

Упражнение выполняется в трех вариантах:

- 1) гармонизация двух родственных цветов путем разделения одного из них;
- 2) гармонизация двух родственных цветов путем затемнения одного из них;
- 3) гармонизация двух родственных цветов за счет смешения со средне серым одного из них.

Получив два гармоничных тона, составьте из них минимальную комбинаторику на сетке 2×2 квадрата.

Две соседние стороны квадрата, исключая исходные цвета, дают цветовые связи, которые назовем родственно-контрастными. Например, от красного угла идут две шкалы к желтому и синему углу. Обе шкалы содержат красный цвет и потому родственны, но одна из них содержит желтый, а другая — синий образующий цвет, т.е. контрастные тона. Родственно-контрастные связи дают очень красивые сочетания, цвета содержат в себе одновременно и единство, и противоположность, и потому они слажены, устойчивы и динамичны по отношениям. Гармоничной парой будут два родственно-контрастных цвета, находящихся на одинаковом расстоянии от угла. Ближе к углу лежат нюансные пары, дальше от угла контраст усиливается.

Упр. 58. Цветовое сравнение: парные гармоничные сочетания по цветовому квадрату.

В квадрате возьмите любой производный цвет. Подберите для него родственно-контрастный, соразмерно-контрастный и диаметрально-контрастный цвет. Из гармоничных пар составьте минимальные комбинаторики на сетке 2×2 квадрата.

Гармонию трех цветов по квадрату можно установить несколькими способами. К гармоничной паре родственно-контрастных цветов можно добавить основной роднящий их цвет, ослабив его насыщенность до такой степени, в какой он содержится в родственно-контрастной паре. Другой способ состоит в том, чтобы к двум

гармонизированным родственным цветам добавить цвет, диаметрально-контрастный к тому, который взят без изменения насыщенности. Третий вариант: к каждому тону квадрата можно подобрать родственно-контрастный и диаметрально-контрастный цвет. Два последних между собой также родственно-контрастны.

Упр. 59. Комбинаторика: четыре гармоничных цвета по квадрату.

Примите по описанной выше схеме четыре гармоничных цвета. Из четырех тонов можно получить 12 сочетаний квадрата с кружком. Разместив тона квадрата и кружка в обратном порядке, получим еще 12 сочетаний. Выполните комбинаторику на сетке 5×5 квадратов, в ней может быть только один повтор.

Снизив наполовину насыщенность каждого производного тона квадрата посредством смешения с белым, средне серым и с черным, можно получить три дополнительных квадрата. Выполните задание по вариантным, квадратам.

Цветовой квадрат является простым и эффективным гармонизатором. В его построении при смешении красок; мы управляем тонами и можем обеспечить их точную соразмерность друг другу, создав высокую степень гармонии. Квадрат дает, в отличие от круга, такое гибкое построение цветового порядка, которым можно пользоваться очень свободно и, заменяя в нем цветовые компоненты, всякий раз создавать новую цветовую гармонию. Каждый студент может по-

строить несколько таких квадратов для своих излюбленных цветов и получить богатую палитру, приемы работы с которой очень просты.

Гармонизатор «Клавиатура». Возможность гармонизации тонов на основе равноступенчатых шкал смешения двух исходных цветов создают и колористические построения, выполненные нами при изучении монохромной гаммы и сочетаний двух цветов. Они представляют собой такое упорядоченное расположение тонов, в котором тона спропорционированы по зрительному ощущению и тем самым в тональные отношения заложена соразмерность. Поэтому такие построения могут быть использованы как гармонизаторы монохромной гаммы и двухцветных сочетаний. В клавиатуре из горизонтально расположенных шкал соразмерными будут тона, лежащие по одной вертикали. Тона, лежащие на равных расстояниях от средней линии клавиатуры по разным концам шкал, дают соразмерно-контрастные сочетания. Отношения цвета в них будут обратно пропорциональным. Это также гармоничные соотношения.

В монохромной гамме тона одной вертикали являются равноцветными. В них просматривается одинаковая доля исходного цвета, а остальное их содержание составляет белый, серый или мерный цвет. Любое сочетание таких тонов будет равной окрашенности и потому очень собранным, объединенным и организованным. Если брать вертикаль по правому краю шкал, возникает более цветной вари-

ант сочетаний, сближенный по светлоте тонов, а по левому краю шкал — вариант с сильно сниженным содержанием цвета и большим контрастом светлоты. Ровность цвета делает все сочетания очень красивыми.

Упр. 60. Цветовое сравнение: равноцветные тона монохромной гаммы.

Упражнение выполняется по колористическому построению. Сложите на сетке 3×3 квадрата две комбинаторики: первая из тонов первой вертикали колористического построения, вторая — из тонов седьмой вертикали. Сравните их. Первая должна, быть светлотно-контрастной, вторая — нюансной.

Упр. 61. Комбинаторика монохромная: соразмерные тона.

Упражнение выполняется по колористическому построению. В нем используются четыре монохромных тона, лежащие по одной вертикали. Вертикаль можно выбрать любую. Эти тона дадут 12 сочетаний квадрата с кружком, поскольку квадрат каждого тона может быть покрыт тремя не повторяющимися кружками остальных тонов. Выложите в сетке 4×4 квадрата все эти сочетания. Оставшиеся четыре клетки заполните квадратами без кружков: по одному квадрату каждого из четырех соразмерных тонов. В этой комбинаторике нет ни одного повтора элементов.

Колористическое построение дает семь вариантов монохромных гармоний в соразмерных тонах. Даже в комбинаторике с произвольным

порядком расположения сочетаний их соразмерность хорошо прочитывается. Мозаика создает впечатление плавности переходов, движение цвета в ней идет мерно и ровно.

Упр. 62. Комбинаторика монохромная: соразмерно-контрастные тона.

Упражнение выполняется по колористическому построению. Отметьте по клавиатуре среднюю вертикаль. Она пройдет по четвертым ступеням шкал. На равных расстояниях от средней линии можно выбрать две любые симметричные вертикали, т.е. первую и седьмую, вторую и шестую, третью и пятую. Выбирая тона, следует взять два тона по вертикали слева от средней линии, а два другие — справа. На каждой паре вертикалей составьте четыре гармоничных решения в соразмерно-контрастных тонах. Гармонизатор даст три пары вертикалей, следовательно, на выполнении задачи придется 12 ответов. Используйте сетку 4×4 квадрата. Расчет квадратов с кружками и без кружков повторяет упражнение.

В монохромных гармониях соразмерно-контрастных тонов сочетания становятся контрастными за счет разницы насыщенности. Сочетания такого типа динамичны, движение цвета скачкообразное.

Упр. 63. Комбинаторика двухцветных сочетаний соразмерно-контрастные тона.

Упражнение выполняется по колористическому построению на котором отмечается средняя линия

и выбираются вертикали аналогично предыдущему упражнению. «Цветовые фразы». На каждой паре вертикалей возможно составить два гармоничных решения в соразмерно-контрастных тонах. Всего на задачу придется шесть ответов. Мозаика подбирается на сетке 5×5 квадратов.

В двухцветных соразмерно-контрастных сочетаниях один цвет берется в насыщенной, другой в слабо насыщенной ступени. Поэтому в этих сочетаниях наибольшая выразительность создается контрастом насыщенности. Тот из цветов, которой взят насыщенным, окрашивает комбинаторику, а второй становится цветовым дополнением. Таким образом, в этих гармониях существует доминирующий цвет при равном количестве цветовых элементов.

9. Подвижный гармонизатор «Набор шкал»

Многовариантный гармонизатор можно собрать из разрезных шкал. Каждая шкала для набора выполняется из семи переходных ступеней обычным способом смешения двух исходных цветов. Квадраты чистых исходных цветов помещаются по концам шкалы. После того, как тональные переходы наклеены в один ряд, вся шкала вырезается так, чтобы она стала отдельной полосой. Желательно на ее концах слева и справа оставить поля, чтобы надписать названия исходных цветов.

Из разрезных шкал можно составлять любые построения, в том числе клавиатуры монохромной гаммы или двухцветных сочетаний. Соберите большой, в семь ступеней цветовой квадрат. Каждая сторона подвижного квадрата может быть заменена другой цветной шкалой, что позволяет быстро составлять различные варианты гармоний.

На 13-и разрезных шкалах цветовой квадрат перекомпонуйте в полихромную клавиатуру. Это более компактное и простое построение для выбора гармоничных тонов. В полихромную клавиатуру, созданную по правилу цветového квадрата, должны войти четыре шкалы смещения четырех исходных цветов: желтого и красного, синего и красного, желтого и зеленого, синего и зеленого типов. Сопоставление шкал в параллельные ряды следует сделать так, чтобы слева оказались синий и желтый исходные цвета, а справа — красный и зеленый. Порядок следования шкал друг за другом принципиального значения не имеет.

В клавиатурах, построенных по принципу квадрата, вертикаль обозначает четыре соразмерных гармоничных цвета. Также можно применить правило соразмерно-контрастных тонов. Выполните *упр. 62* по полихромной клавиатуре.

Для выбора трех гармоничных цветов из предыдущего построения нужно воспользоваться только двумя шкалами, у которых один исходный цвет одинаковый, два другие разные.

К этим двум шкалам нужно добавить одну монохромную шкалу об-

щего исходного цвета. Например, три шкалы с общим исходным желтым цветом будут такие: желтовато-красная, желтовато-зеленая и разделенная желтая. Можно взять одну шкалу смещения пары цветных компонентов и две монохромные шкалы каждого из исходных цветов.

Мы познакомились с несколькими способами тональной гармонизации и увидели множество найденных решений. Поэтому в работах не возникнет цветового однообразия, даже если воспользоваться одинаковыми приемами. Каждый студент найдет собственный ответ в пределах одного метода.

К выбору тональных гармоний не следует относиться как к застывшей формуле, действительной на все времена. Художественное восприятие человека находится в постоянной эволюции, и ощущение красоты сочетаний также обновляется. Понимая принцип тональной гармонизации, ищите нетрадиционные, новые, современные гармонии.

Соразмерность светлоты и яркости цветов устанавливается по ахроматической шкале. По ней на ахроматических градациях вы принимаете желаемую меру светлоты или яркости тонов в нужной — пропорциональности, зависящей от интервалов по шкале. Подбирая цвета, равносветлые выбранным ахроматическим ступеням, вы введете эту соразмерность в цветные отношения. Такие упражнения мы проделаем в теме 7.

Согласование психологических свойств цвета, осуществимо по типу отношений, разобранных в теме 2.

Соотношение цветов по площадям является важнейшей составляющей частью общей цветовой гармонии.

Вопрос соотношения цветowych площадей мы изучим в заключительной теме.

10. Колористическая композиция

Колористическая композиция — это предложенное художником цветое построение предмета. В прикладном искусстве и дизайне она зависит от природных и технологических возможностей конструкционного материала. Опираясь на них, колористическая композиция отражает назначение вещи и характер ее использования, связывает цветовую структуру с формой, учитывает психофизиологические особенности хроматического восприятия. Цветовое решение должно исходить из эстетических закономерностей цвета, создающих его художественную выразительность, и охватывать специфические вопросы цветосочетания и соотношения цветов. Разберем эти принципы цветовой организации в последнем разделе нашего курса.

Остановимся на понятии колорита, которым называют общий характер окраски предмета или пространства. Колорит возникает от действия всех цветowych компонентов изделия на наше восприятие. Это суммарное впечатление от всех образующих цветов одновременно. Он может быть подчинен одному ведущему цвету, быть гармоничным или пестрым.

Общее впечатление возникает в любом случае, но содержание этого впечатления зависит от выбора художника.

В нашем изучении мы будем называть «колоритами» тип упражнений, выполняемых по форме цветовой фразы с особой задачей: научиться чувствовать цветовую объединенность сочетаемых элементов и целенаправленным подбором тонов создавать определенно выраженный общий тональный характер. Эти упражнения являются связующим звеном между безотносительными, к композиции просмотрами гаммы в комбинаториках и композиционной, разработкой эскизов. Если правила составления комбинаторик создают калейдоскоп, в котором цветовая гамма как бы сама разворачивается, и цветовой эффект не зависит от вашего намерения, то при составлении колоритов условия группировки элементов обеспечивают большую свободу в подборе цвета и его можно связать с идеей и образами задуманной композиции. Поэтому упражнения дают цветовой материал, который используется в творческих заданиях и применяется в разработке эскизов.

Упр. 64. Составление колоритов.

Развернутое название каждого упражнения берите из сводного перечня. В названии сформулирована задача упражнения и указано, какие тона следует выбирать для составления колорита заданного типа. Выбирая тона по приведенным условиям, направляйте свое внимание на общее впечатление

от рассмотрения мозаики. Для этого найдите такую точку зрения, которая позволит вам воспринять все тона одновременно, а не по частям. Складывая элементы мозаики, важно оценить слитное цветовое впечатление от подобранного сочетания.

При составлении колоритов пользуйтесь мозаикой в сетке 5×5 квадратов. Квадраты и кружки группируйте так, чтобы организовать желаемое сочетание пятен. Кружок на сетке цветных квадратов вы размещаете не на каждой ячейке, а только по своему усмотрению. Колориты монохромные составляются по колористическому построению, для работы по гамме. Двухцветные колориты составляются по колористическому построению для работы с двухцветными сочетаниями. Полихромные колориты составляются по колористическому построению «Субтрактивное смешение цветов».

При работе с любыми сочетаниями пользуйтесь следующими общими приемами составления колоритов.

Для колоритов нюансных равноступенчатых берут тона, идущие по шкале подряд или не более чем через один интервал. Колориты на основе соразмерных тонов строят из тонов одной вертикали в колористическом построении, а колориты соразмерно контрастные — из тонов двух вертикалей, симметричных относительно осевой линии, (см. соответствующее правило гармоничных сочетаний в разделе «Гармонизатор клавиатура»).

В колоритах с акцентом основного цвета на фоне тонов сниженной насыщенности используют исходный цвет

в качестве тона, ведущего рисунок первого плана, а градации сниженной насыщенности используют для заднего плана. Так же выполняют колорит, родственный: с акцентом основного цвета на фоне производных тонов. Тона для него выбирают по одной шкале смешения двух исходных цветов, второй исходный цвет в чистом виде в колорите не участвует. Колорит двухцветный доминантный составляют из вариантов насыщенности двух цветов так, чтобы тона одного из цветов преобладали. В такой колорит можно ввести акцент одного из основных исходных цветов в чистом виде.

Для составления колорита на основе трех или четырех гармоничных цветов находят нужные тона по изученным приемам гармонизации; в колорит вводят эти тона в разных вариантах насыщенности.

Поскольку полихромные колориты составляются по набору шкал, полученных из одного исходного цвета, они бывают объединены этим основным тоном. Если в полихромной клавиатуре есть несколько однотипных шкал, например, зеленоватых, можно составить родственный полихромный колорит. Все полихромные шкалы можно разделить на четыре родственно-контрастные группы: желто-красные и желто-зеленые, красно-желтые и красно-синие, сине-красные и сине-зеленые, зелено-желтые и зелено-синие. На этой основе можно составлять полихромные родственно-контрастные колориты. Для такого колорита нужны минимум четыре шкалы. Например, шкалы сме-

шения исходного красного с двумя разными желтыми и двумя разными синими. Можно брать для колорита все производные тона, а также основной исходный в чистом виде.

Все предыдущие колориты могут быть соединены с ахроматической гаммой. Для этого к рабочей клавиатуре добавляется ахроматическая шкала. Тона можно брать соразмерно, соразмерно-контрастно, равноступенчато или по какому-то другому принципу.

Выбирая тона для колоритов по приведенным правилам, руководствуйтесь своим чувством цвета, принимая их соотношения по площадям. Стремитесь к тональному своеобразию сочетания. Желательно, чтобы ваша мозаика обладала какой-то цветовой образностью. Так, например, возможно без изображения передать состояние природы, цветовую обстановку праздника, карнавала, театральной сцены. В этом случае вы можете дать колориту название в одно-два слова, например, «первомайский», «новгородный» и др.

Рассмотрим комплекс цветовых отношений, создающих колористическую композицию. Она образуется определенной: взаимосвязанностью цветовых пятен. Эти связи состоят из хроматических и количественных соотношений. Из того и другого вместе складывается общий характер объединения цветовых частей в одно целое, или тип композиции. К ним относятся равновесие, статика, динамика, доминирование, акцентировка и др. Мы разберем как основные три первых типа.

Равновесие цветовых пятен — это такое их соотношение, которое вызывает впечатление устойчивости всего построения. Цветовая статика является частным случаем равновесия, для которого характерна полная остановка движения, состояние покоя или неподвижности. Цветовая динамика — это отношения нарастания, усиления какого-то качества цвета.

Разбор колористических условий этих типов композиции проведем с помощью составления тональных схем, демонстрирующих хроматические и количественные соотношения тонов, которыми достигается цветовая статика, динамика и равновесие.

В хроматические, соотношения входят отношения по цветовому тону, светлоте, насыщенности и яркости. Они определяются ритмом расположения выбранных тонов в шкале или круге. При решении, того или иного типа колористической композиции учитывается характер цветовой контрастности, который содержит в себе или статику, или динамику по тональному отношению цветовых пар. Так, для композиции, которая должна выразить динамику, выбираются динамические цветовые пары, а для композиции в статике — статические цветовые пары.

Количественные соотношения образуются из цветового веса и площадей цветовых пятен. Отношение площадей строится по пропорции их величин. Соотношение по цветовому весу устанавливается по ахроматической шкале.

Выполнение тональных схем осуществляется средствами цветоведения при намеренном упрощении вопросов формы. Как простейшие элементы формы используются все те же квадраты и кружки, размещаемые по квадратной сетке. Само расположение цветowych пятен относится к формальной композиции. Для составления схем вспомним ряд ее основных положений.

В построении равновесия контрастные или аналогичные части размещаются симметрично или асимметрично. Асимметричное равновесие может быть парящим, т.е. не иметь верха низа, направленным по оси верх–низ или по нескольким осям центрированным. Статика характерна для симметрии. При асимметричном расположении статику обеспечивают определенные тональные условия. Динамика по расположению их цветowych пятен может быть симметрично-осевой, асимметричной. В симметричных уравновешенных осевых композициях динамика цвета вводится с помощью ритма цветowych пятен. Составляя схемы, пользуйтесь этими приемами при размещении элементов мозаики.

Учебный разбор проводится на композиционных схемах типа:

- три тональных компонента без фона;
- два тональных компонента и фон.

И в первом, и во втором типе используются только три тона, что является простейшим тональным решением. Все более сложные случаи можно свести к этим основным.

11. Цветовая статика

Статика трех тонов

Условием такой статики является равноступенчатость трех тонов по светлоте или насыщенности и равенство этих тонов по площадям.

Упр. 65. Цветовая фраза: статичная, равночастная, в три равноступенчатых тона.

Упражнение выполняется для ахроматической, монохромной, родственной гаммы и для трех гармоничных цветов. По соответствующей шкале выбираются три тона через равные интервалы. При решении монохромной композиции в разных вариантах насыщенности, т.е. при использовании светлых, тусклых и темных тонов по трем шкалам нужно выбрать по ахроматической шкале равноступенчатый ритм трех тонов и к нему подобрать равносветлые тона вариантов насыщенности исходного цвета.

Для трех гармоничных цветов упражнение выполняется в двух вариантах. В первом варианте возьмите три гармоничных цвета в их полную насыщенность. Во втором – примите любой равноступенчатый ритм по ахроматической шкале и сравните с ним светлоту выбранных цветов. Если выбранные цвета не подчиняются принятому ритму светлоты, следует снизить их насыщенность до нужной меры светлоты. Тогда вы получите три гармоничных цвета, равноступенчатых по светлоте.

Мозаика в этом упражнении собирается на сетке 5×5 квадратов. Эта

площадь в 25 квадратов должна быть заполнена тонами поровну, т.е. восемь квадратов крайних тонов и девять квадратов среднего тона. Большая площадь отдается среднему тону для меньшей заметности неточности площадей. Композиционно такое приближение к равному делению достаточно. Кружки вводятся методом обмена, который заключается в следующем. Возьмем два квадрата разных тонов и поместим на них кружки тех же тонов. Если кружки поменять местами, т.е. положить кружок первого тона на квадрат второго тона, а кружок второго тона на квадрат первого тона, то площадь тонов не изменится. Так можно ввести в построение нужное для композиции количество кружков, не нарушая выровненного соотношения площадей. Разместить квадраты и кружки по квадратной сетке так, чтобы возникло ощущение неподвижности пятен.

Упр. 66. Цветовая фраза: статичное сочетание двух цветов на три светлотные тональности.

Упражнение выполняется в двухцветном сочетании. Композиционная схема строится из шести тонов: по три варианта насыщенности каждого цвета. По ахроматической шкале нужно выбрать равноступенчатый ритм трех тонов и к ахроматическим тонам подобрать равновесные тона одного и затем другого цвета. Площадь в 25 квадратов заполняется так: по четыре квадрата пяти тонов и пять квадратов наименее яркого среднего по светлоте тона. Остальное вы-

полнение аналогично предыдущему упражнению.

Статика двух тонов на среднем фоне

Условием такой статики также является равноступенчатость трех тонов по светлоте или насыщенности. Два крайних тона должны быть равны по занимаемым площадям. Они служат изобразительными смысловыми элементами композиции. Средний тон работает как фон, т.е. площадь становится полем, на котором разворачивается рисунок композиции. В схемах фон по площади будет ощутимо больше двух других частей.

12. Цветовая динамика

Динамика по пропорции площадей тонов

Условием такой динамики является пропорциональное нарастание площадей трех равноступенчатых тонов. Площади тонов должны находиться в какой-то математической пропорции или быть близкими к ней. Для этого возможно взять любое соотношение по пропорциональному делению целого на три части, обеспечивающее нарастание или убывание. Например, первому тону отведем 1 часть, второму — 2 части и третьему — 3 части всей площади. Это значит, что всю площадь нужно разделить на 6 частей, $1/6$ часть отдать первому тону, $2/6$ — второму и $3/6$ — третьему тону. Если перевести на квадраты, то первому тону отведем 4,

второму – 8 и третьему – 12 квадратов. Чтобы общая сумма квадратов равнялась площади квадратной сетки, на которой мы работаем, т.е. 25 квадратам, одному из тонов, наименее яркому, прибавим один квадрат.

Тональное соотношение берется такое же, как в статике, т.е. через равные интервалы по шкале.

Упр. 67. Цветовая фраза: динамическая, пропорционированная по нарастанию площадей трех равноступенчатых тонов.

Эта схема выполняется для композиций, которые строятся по одной шкале. Динамика трех тонов, взятых по шкале равноступенчато, обеспечивается за счет динамической пропорции их площадей. Выберите по шкале три тона с равным интервалом. Разделите площадь квадратной сетки на три части в нарастающей пропорции. Эти площади должны занимать целое число квадратов. Кружки вводятся методом обмена, чтобы не нарушить пропорции площадей тонов: Организуйте на квадратной сетке динамическое размещение квадратов и кружков. Фона в этом построении нет.

Упр. 68. Цветовая фраза: динамическое соотношение двух цветов на три светлых тональности.

Упражнение выполняется для двухцветных гамм. Такая композиция строится из тонов по три варианта насыщенности каждого цвета. По ахроматической шкале нужно выбрать три равноступенчатых тона и подобрать к ним равносветлые тона одного и за-

тем другого цвета. Площадь квадратной сетки, делим пополам, и каждую половину – на три пропорционально нарастающих части. Все части должны занимать целое число квадратов. Кружки вводятся методом обмена.

13. Тональная динамика

Трех тонов равных по площадям

Условием такой динамики является ритм тонов, взятых по шкале с нарастающим интервалом. Например, первый и второй тон идут через одну ступень в шкале, второй и третий – через две ступени. Но расположению в композиции каждый из тонов суммарно занимает равную площадь. Эффект динамичности в этом случае создается только тональными отношениями.

Упр. 69. Цветовая фраза: тональная динамика двух равных частей и фона, темный диапазон.

Для выполнения упражнения в ахроматической или монохромной гамме нужно выбрать по шкале три тона в нарастающем ритме интервалов. Средний тон будет служить фоном: Два крайних тона нужно взять поровну, но их площадь должна быть заметно меньше фона. Светлый диапазон образуется в том случае, когда фон ближе к светлому краю шкалы, а темный в случае близости фона по тону к темному краю шкалы. В квадраты двух крайних тонов кружки вводятся методом обмена. Кружки не должны быть цвета фона.

Этот же тип динамики для двухцветного сочетания выполняется на ахроматическом фоне. Для выполнения выберите на ахроматической шкале три тона в нарастающей последовательности, для двух крайних ахроматических тонов подберите цветные — равносветлые эквиваленты: для правого края — один цвет, для левого края другой. Средний ахроматический тон используется как фон. Остальное выполнение совпадает с выше описанным.

Упр. 70. Цветовая фраза: динамика двух цветов по тону и площадям.

Упражнение выполняется в двухцветном сочетании. Для выполнения нужны две монохромные шкалы, разные по цвету. Выберите динамическую пару цветов. Для одного цвета составьте сочетания по правилу динамики, по тону и площадям в темном диапазоне, для другого — то же в светлом диапазоне. Оба подбора нужно совместить в общем динамическом построении, сочетая насыщенности в обратном порядке: сильно насыщенная ступень одного цвета будет сочетаться со слабо насыщенной ступенью другого цвета.

Сравните между собой схемы всех четырех типов цветовой динамики. Сопоставление эффекта, создаваемого динамикой площадей и динамикой тонов наглядно показывает, что тональная динамика намного эффективнее динамики площадей. Построение на основе только количественного нарастания наиболее пассивно по выражению динамизма. Тональная

динамика при равенстве площадей тонов, т.е., при совмещении статического и динамического принципа, дает эффект спокойного состояния, в котором нет конфликтов, в котором идет плавное и пластическое движение. В последнем типе динамики, где и тональные, и количественные отношения выбраны в динамической пропорции, динамизм композиции выражается наиболее полно, передается напряженность, порывистое и бурное или резкое и скачкообразное движение.

Интересно также проанализировать заметность пятой в тонально равноступенчатой, тонально темной и тонально светлой композиции. В равноступенчатой композиции светлые и темные пятна равно заметны на среднем фоне. В тонально темной композиции хорошо заметны светлые пятна. В тонально светлой композиции выделяются темные пятна.

14. Цветовое равновесие

Для обеспечения цветового равновесия нужно уравнивать все цветовые пятна композиции по зрительному весу, суммарной яркости или светлоте. Для этого будем пользоваться шкалой условных единиц цветовой тяжести, яркости и светлоты, на которой проставлены цифры названных единиц. Мы помним, что для оценки тяжести, яркости или светлоты цвета следует сверить его с тонами, указанной шкалы и найти ахроматический эквивалент, т.е. равносветлую серую

градацию. Цифра, соответствующая этому делению ахроматической шкалы, относится и к цветовому тону. Найдя, таким образом, число условных единиц тяжести, яркости или светлоты, нужно сделать простейшую арифметическую прикидку и по ней выравнять соотношение цветовых пятен. Выполним это действие для трех типов равновесия.

Равновесие двух контрастных цветов

Два контрастных цвета несут в себе тональную объединенность, однако не любое их соотношение соразмерно сбалансировано. Для обеспечения их равновесия необходимо достигнуть равенства двух тонов по цветовому весу или по яркости. Два ярких насыщенных цвета лучше уравновешивать по яркости, чем по другим показателям, поскольку это их наиболее сильное качество. Малонасыщенные цвета лучше уравновешивать по светлоте. По тяжести можно уравновешивать любые цвета.

Чтобы организовать равновесие по яркости в двухцветном сочетании, найдем величину яркости каждого цвета. Предположим, что условная величина яркости первого цвета равна 2 и второго — 8 единицам. Если, выкладывая мозаику, взять равное число квадратов каждого цвета, то пятно второго цвета будет к 2 раза ярче. Чтобы выровнять суммарную величину яркости на каждый квадрат второго цвета нужно взять квадрата первого цвета. Тогда образуется следующее равенство: один квадрат

второго цвета имеет 8 единиц яркости, четыре квадрата первого цвета по 2 единицы яркости каждый дают суммарно те же 8 единиц. Таким образом, величина яркости двух пятен выравнивается, а площади пятен соответственно изменяются, и менее яркого цвета становится пропорционально больше, а более яркого пропорционально меньше. При равновесии отношение площадей обратно пропорционально отношению единиц яркости. В нашем примере уравновешенное по яркости соотношение площадей первого и второго цвета измеряется пропорцией 4 : 1. Следовательно, в мозаике вся площадь разбивается на 5 частей, одна часть должна быть занята вторым цветом, а четыре части — первым. В сетке 5×5 квадратов второй цвет займет 5 квадратов, а первый 20. Такое построение будет равновесным.

При одинаковой яркости двух цветов они займут равные площади в уравновешенной композиции. Равновесие двух цветов можно обеспечить, выравнивая их яркость не только пропорционированием площадей пятен, но и изменением насыщенности тонов. Разбелы или затемнения одного или обоих тонов могут, дать равную яркость. Для этого в шкалах насыщенности этих цветов нужно найти, равносветлые тона и сочетать их поровну.

Упр. 71. Цветовая фраза: уравновешенное по яркости соотношение двух цветов полной насыщенности.

Выберите цветовую пару по типу контрастности. Найдите по ахрома-

тической шкале пропорциональное отношение величин яркости взятых цветов. Определите пропорциональное отношение площадей и по нему — число квадратов каждого цвета. Число квадратов берите округленно, поскольку оно в мозаике не может быть дробным. Чтобы площадь мозаики делилась в нужной пропорции, можно брать сетку 3×3, 4×4 или 5×5 квадратов.

Полезно выполнить задание для основных цветовых пар и запомнить их соотношение при равновесии. В задании цвета имеют равную площадь. Их яркость выравнивается за счет смешения с белым, серым, или черным. Для выполнения используйте минимальную мозаику 2×2 квадрата.

Во все мозаики кружки вводятся методом обмена. Проследите, возникает ли ощущение равновесия при любом расположении пятен.

Аналогично выполняется равновесие по тяжести цвета. Соотношение площадей должно быть обратно пропорциональным отношению единиц тяжести. В равновесии по цветовой тяжести светлых тонов окажется больше, поскольку их вес меньше. Построение будет тонально светлым. Это определяет случаи использования такой схемы равновесия в композиционных работах.

Равновесие двух тонов на нейтральном фоне

Этот тип равновесия выполняется на нейтральном в отношении равновесия фоне. Само выравнивание двух тонов аналогично предыдущему опи-

санию, т.е. равновесие достигается суммарным, равенством яркости, тяжести или светлоты тонов при подборе соответствующего размера их площадей. Равно-светлые тона будут занимать и схеме равные площади.

Упр. 72. Цветовая фраза: полихромное равновесие плоскости.

Для выполнения по соответствующему колористическому построению выберите четыре-пять тонов и уравняйте их количество по единицам тяжести или яркости. Разместите элементы в квадратной сетке так, чтобы их расположение дополняло ощущение устойчивости. Фона в построении нет. Кружки вводятся методом обмена.

Отработав, таким образом, принципы цветовой организации, следует от схем, выполненных заданий на абстрагированном языке, перейти к конкретному цветовому образу авторской композиции. Для этого цветовая схема должна быть приближена к задуманной композиции по общим пропорциям и размещению тональных пятен. Эскиз цветовых отношений для авторской композиции разрабатывается на основе составленного ранее колорита, условленного психологического или декоративного эффекта на разобранной композиционной схеме. При прорисовке должна быть сохранена пропорция площадей тонов, найденная в схеме.

Разбор основных принципов: колористической композиции проведен нами на схемах в плоскостном решении. Однако вы сможете применить приемы выбора цветосоче-

тании и отношения тонов не только в плоскостной, но и во фронтальной, объемной и пространственной композициях. Для этого нужно будет дополнительно учитывать появление

светотени и ее связь с цветом, особенности пространственных изменений цвета и другие цветовые явления, специфичные для конкретного типа построения произведения.

Глава V

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЦВЕТА

Окружающий мир мы видим благодаря свету — объективный фактор и зрению — субъективный фактор. К объективному фактору относятся тела, излучающие собственный свет. Солнце, раскаленные металлы и газы, костер, осветительные приборы и т.д. — называются первоисточниками света. Свет первоисточников (его называют прямым) падает на окружающие объекты и предметы. Часть лучей поглощается объектами и предметами, часть отражается. В результате эти объекты и предметы становятся источниками отраженного света (такие, например, как луна, земля, наземные предметы, небосвод). Отраженный от предмета свет, в свою очередь, падает на соседние предметы, вызывая рефлексы.

Таким образом, видимые объекты и предметы в природе освещены прямым и отраженным светом. Первый определяет характерную окраску основного освещения объектов и предметов, их наиболее освещенные места, блики. Отраженный свет — второстепенный по силе источник света, определяет, во-первых, общую окраску теней и полутонов

предметов, во-вторых, окраску разнообразных местных рефлексов.

Совокупность прямого и отраженного света, их интенсивность, спектральный состав — составляют в природе свето-цветовую среду, определяющую характерные черты цветового облика предмета, его светотень, а также общую окраску и светлоту колорита природы.

Исключительно важное значение для живописи имеет свет такого первоисточника, как солнце. Солнечный свет определяет световое и красочное богатство, колористический облик всей природы.

Что же представляет собой белый свет?

Если в темноте помещение через небольшое отверстие пропустить луч солнечного света и на его пути поставить стеклянную трехгранную призму, то на противоположной белой стене (или экране) вместо белого светового пятна появятся цветные полосы из многих цветов. (СД: цв. ил. 85) Этот цветной набор приятно называть *спектром*. Кроме того, световой луч, проходящий через призму, преломляется и преобразуется в цветовые вол-

ны различной длины. (CD: цв. ил. 86) Цвета спектра необычайно красивы, чисты, ярки, гармоничны. Краски художника не могут точно передать эти качества спектра. В любом изображении спектра красками мы имеем дело с условным, упрощенным воспроизведением. Цвета в спектре располагаются строго в определенном порядке: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Такие же цвета и в таком же порядке мы видим в радуге. Каждый цвет, постепенно и незаметно, без резких границ переходит в другой, образуя множество промежуточных (переходных) цветов. (CD: цв. ил. 87, 88) Солнечный свет характеризуется наибольшим составом цветов, их яркостью по всей длине шкалы. Свет от источников более низких температур слабее по интенсивности и беднее по спектральному составу: теряют силу фиолетовые, синие, голубые лучи. С понижением температуры свет желтеет, потом приобретает оранжевый оттенок, затем красный. Так, постепенно меняется цвет костра от яркого пламени до затухающих углей. Цвет лучей высоких температур выглядит «холоднее», нежели цвета пламени электросварки для живописца относительно холоднее цвета затухающих углей костра или пламени тусклой свечи. В данном случае для художника важно то, что различное освещение (дневное пасмурное, солнечное, на закате солнца, искусственное и т.д.) требуют своих живописных средств выражения, своей палитры красок.

Эти требования носят объективный характер, и их решение в живописи называется — поиском отношений. Рассмотрим более подробно эти особенности в разделе физики цвета.

Красные, оранжевые, желтые, зеленые, голубые, синие, фиолетовые цвета и все их промежуточные оттенки называют *хроматическими* (цветными). Все видимые в природе белые, серые и черные цвета принято называть *ахроматическими* (бесцветными). (CD: цв. ил. 89) Название цвета в спектре отсутствуют. Они называются ахроматическими условно, так как понятие «ахроматический» (бесцветный) указывает на отсутствие цвета вообще. Хроматические цвета отличаются друг от друга цветовым оттенком (тоном, насыщенностью, (интенсивностью) и светлотой. Другими словами, мы имеем дело с некой «триадой» в которой все элементы, в своем многообразии и бесконечности, взаимосвязаны и обусловлены. Более подробно это рассмотрено у Освальда и Кюппера. По мнению которых, тон, насыщенность, светлота создают некоторое «цветовое тело». (CD: цв. ил. 90, 91) На иллюстрации мы представили два вида цвета (из трех основных) — сине-зеленый и желтый. Цвет, заключенный в пирамидальный орнаментальный ряд позволяет выделить три базовых его свойства — *светлоту, насыщенность и силу тона*. Мы видим, как от хроматического (цветного) состояния цвет переходит в ахроматическое (бесцветное) и наоборот.

(СД: цв. ил. 92, 93) Давайте разберемся более подробно, что такое тон, насыщенность и светлота.

Под цветовым тоном понимается то, что в повседневной жизни мы называем красным, зеленым, фиолетовым, красно-оранжевым, желто-зеленым и т.д. цветом.

Сила цветового тона определяется насыщенностью цвета.

Насыщенность — это степень отличия хроматического цвета от серого, равного с ним по светлоте. Эталоном насыщенности принято считать цвета спектра. Чем ближе цвет природы приближается к спектральному и чем сильнее его отличие от серого, тем он насыщеннее.

Насыщенность хроматических цветов в природе неодинакова — у некоторых она выражена больше, у других меньше. Примером малонасыщенных цветов могут служить светло-желтый, розовый, светло-голубой, бежевый или темно-коричневый, темно-синий и т.п. цвета. В то же время, например, в ярко-красном, синем, зеленом цветах цветовой тон выражен значительней, определенной, чем в выше названных цветах. В практике малонасыщенные цвета можно получить путем добавления к хроматическому цвету белой или черной краски. От добавления белил полученный цвет становится светлее, от черной — более темным. Чем больше к хроматическому цвету примешивают ахроматического, тем больше он теряет свою насыщенность и приближается к ахроматическому. Уровнять насыщенность хроматических цветов между

собой (например, синего и зеленого) можно путем добавления к одному из них или к обоим определенного количества белил и черной краски (этот прием является механическим, практически в живописи с техникой смесей дело обстоит сложнее). В акварели степень насыщенности цвета зависит также от количества воды, пигмента, взятого на кисть, а также тона основы. Пример механического смешения наглядно представлен на илл. (СД: цв. ил. 94) Такой прибор можно сделать самостоятельно, используя для вращения цветовых кругов мотор от детских игрушек.

Светлота — это степень приближения цветов к белому. Хроматические цвета обладают различной светлотой. Например, желтый цвет и его оттенки значительно светлее коричневых, фиолетовых, синих цветов. Светлота может находиться в прямой зависимости от насыщенности цвета. (например, светло-красный и темно-красный помидор). Светлота цвета зависит от того, на каком фоне предмет рассматривается.

Умение дать оценку и передать различие видимых цветов по светлоте очень важно для практической деятельности художника как в рисунке карандашом, различных графических техниках, так и в живописи. Художнику часто приходится уравнивать различие хроматических цветов по светлоте для того, чтобы подчинить звучание цвета общему живописному решению.

Цветовой оттенок, насыщенность и светлота всесторонне характеризуют

ют любой видимый цвет. Изменение одной из характеристик цветет за собой изменение других. Например, если к зеленой краске добавить белил, то изменится и насыщенность зеленого цвета, и его светлота.

Ахроматические цвета отличаются друг от друга только по светлоте, т.е. один цвет относительно светлее или темнее другого. Однако среди ахроматических цветов существует большое разнообразие белых, серых, черных оттенков. Самой темной краской палитры можно считать сажу газовую. Из белых красок наиболее светлая — цинковые белила. Все промежуточные серые тона между белым и черным можно получить, смешивая белую и черную краску в различных пропорциях.

Если преломленный через призму луч света спроецировать на серый и черный экраны, то на них тоже будет виден полный спектр, но все цвета будут выглядеть соответственно темнее, особенно на черном. Таким образом, экраны с ахроматической (нецветной) окраской — белые, серые, черные — одинаково отражают и поглощают все цвета спектра. Такое поглощение называется *неизбирательным*. Чем светлее окраска предмета, тем равномернее и полнее он отражает спектральный состав источника света. Небольшую отражательную способность имеют предметы и объекты с чистой белой окраской, поэтому на них больше всего заметен цвет источника света — цвет освещения. Предметы с черной окраской, наоборот, сильно поглощают свет. Соот-

ветственно и цвет освещения на них звучит приглушенно.

Если луч света спроецировать на экраны с различной хроматической (цветной) окраской, то спектр может быть виден неполностью или с заметным угасанием интенсивности отдельных цветов. Это будет зависеть от цвета экрана, а также от преобладания определенных лучей спектра в том или ином источнике света. Цвет экрана (предмета в природе) становится светлее, интенсивнее, если его собственная окраска совпадает с цветом освещения. Напротив, другие цвета ахроматизируются — теряют насыщенность, темнеют или даже чернеют. Это происходит потому, что предметы с хроматической окраской поглощают определенную часть лучей спектра, а другую часть отражают. Поглощенная световая энергия переходит главным образом в тепловую. Так, предметы с темной (черной) окраской на солнце нагреваются больше, чем с белой. Такое поглощение называется *избирательным*. Например, предметы с красной окраской в большей мере поглощают зеленые лучи и в меньшей — красные. Зеленые объекты, напротив, поглощают большие красные лучи и меньше зеленые.

В свете источника искусственного освещения (например, свечи или электролампы) преобладают лучи желто-красной части спектра. Предметы с совпадающей окраской также будут выглядеть светлее, насыщеннее, а предметы с окраской противоположной цвету лучей будут обесцвечи-

ваться (ахроматизироваться). Так, желтые, оранжевые, красные цвета светлеют. Светло-желтый мало отличаются от белого. Голубые цвета зеленеют, светло-синие несколько темнеют, фиолетовые краснеют, темно-синие кажутся очень темными. Надо обладать большим опытом практической работы, интуицией, хорошо знать свойства красок, чтобы, например, композиционный эскиз, начатый днем, продолжить без ущерба для него при искусственном свете.

Итак, предметы природы одни световые лучи поглощают, а другие отражают. Избирательность в поглощении определяет многообразие и известное сходство цветовой окраски предметного мира, их постоянную собственную окраску.

Условный, лишенный оттенков, основной цвет, свойственный данному предмету, принято называть собственным или локальным.

Однако в природе собственную одноцветную окраску предметов увидеть трудно. Сохраняя относительное постоянство, собственный цвет предметов и объектов в природе обязательно изменяется под воздействием следующих основных факторов:

- контрастного взаимовлияния соседних цветов;
- свойств рассматриваемого предмета и его поверхности;
- воздушной среды и расстояния;
- силы и спектрального состава прямого отраженного света.

Влияние всех этих факторов превращает собственный *условный* цвет предметов и объектов в цвет *обуслов-*

ленный. Поэтому все основные цвета предметов в природе мы видим с многочисленными цветовыми оттенками. Нельзя, например, красную или белую розу написать только одной красной или только одной белой краской. К условному цвету собственной окраски предметов надо обязательно добавиться краски цвета освещения, окружающих предметов, среды. В противном случае изображенный предмет будет выглядеть безжизненным, отвлеченным, вне связи с окружающей средой.

Контрасты

Цвет в природе всегда находится в соседстве или в окружении других цветов. В результате цвета взаимно влияют друг на друга, изменяются по цветовому оттенку, светлоте и насыщенности. Это явление называется *одновременным (цветовым) контрастом*. Чем ближе друг к другу расположены разноокрашенные предметы, тем яснее и определеннее их взаимное влияние. (CD: цв. ил. 95)

Так, любой цвет в окружении более темных светлеет, а в окружении более светлых — темнеет. Это явление называется *светлотным контрастом* или контрастом по светлоте. (CD: цв. ил. 96) Если, например, на палитре темного тона подбирать смеси цветов, то они в окружении темного тона фона могут казаться достаточно светлыми. Если же полученные смеси серых цветов, то они в окружении темного фона могут казаться достаточно светлыми. Если же полученные

смеси красок перенести на белый фон холста, то они «потемнеют» по сравнению с тем, как смотрелись на палитре. Чем больше цвет какого-либо предмета отличается от цветов окружающих предметов по светлоте, тем в большей мере его тон изменится в сторону посветления или потемнения. Данное явление в равной мере характерно для хроматических и ахроматических цветов. Это, в сущности, иллюзия, обман зрения. Но об этой иллюзии должен помнить живописец, чтобы работать сознательно, не допускать произвольного разбела или черноты живописного этюда.

Более сложной разновидностью иллюзии является *краевой контраст* (или его называют *пограничный эффект*), возникающий в мете, где светлое пятно соприкасается с более темным. (СД: цв. ил. 97) Светлое поле у границы с темным кажется еще светлее, а темное — темнее. Создается впечатление неравномерной окрашенности того и другого поля. С явлением краевого светлотного контраста студенты сталкиваются практически в каждой работе: в рисунке и живописи предметов многогранной формы (куба, шара), а также головы человека. В местах соприкосновения с фоном теневая сторона головы кажется излишне темной, а фон, напротив, светлым; освещенная же часть лица по отношению к фону кажется излишне светлой, а фон на границе со светлым — очень темным. Иногда студенты начинают разбеливать теневую часть, делать темнее фон за головой или свет на лице. Ра-

бота теряет контрастную выразительность, делается «вялой». Чаще всего в таких случаях нужно высветлить край светлого на предмете нанести легкий полутон. Действие краевого контраста будет ослаблено. Предмет будет восприниматься более объемным, пространственным (здесь имеются в виду в первую очередь предметы, имеющие круглую, цилиндрическую, конусовидную, яйцевидную и другие аналогичные формы). В орнаментальных композициях (например, на тканях, коврах, обоях и т.д.), где несколько плоскостей, различных по цвету, светлоте, примыкают друг к другу, они обводятся, как правило, черным, белым или серым контуром. Эти тонкие промежуточные полоски, мешающие действию краевого контраста, называются *прорисовками*.

От соседства с друг другом цвета изменяются не только по светлоте. Находясь рядом взаимно влияя друг на друга, они приобретают новые цветовые оттенки. Например, в окружении красного серый цвет кажется несколько позеленевшим, а на зеленом фоне, наоборот, розоватым, покрасневшим, в окружении желтого — синеватым и т.д. Создается впечатление, будто к серому тону каждый раз подмешиваются соответствующие краски, т.е. у ахроматических цветов возникает цветовой оттенок. В приведенных примерах серые тона приобрели противоположные (дополнительные) оттенки тех тонов, на которых они находились. Аналогичные явления можно наблюдать у хроматических цветов. Если желтый цвет находится,

например, в окружении красного, то он воспринимается несколько позеленевшим, лимонно-желтым, на зеленом фоне он смотрится красноватым или имеющим оранжевый оттенок, на синем — более насыщенным, так как синий является противоположным желтому. Красный цвет в окружении зеленого воспринимается более насыщенным, зеленый цвет на зеленом, но с меньшей насыщенностью, чем фон,

ахроматизируются, сереет. Эти явления в изменении цветов называют хроматическим (цветовым) контрастом.

Итак, при краевом и одновременном контрастах цвет воспринимается более темным, если он находится в окружении светлых цветов; и более светлым — в окружении темных. Это явление характерно как для хроматических, так и для ахроматических цветов.

Приложения

Приложение 1

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

№ п/п	Темы лекций	Часов по направлениям		
		ИЗО-Живопись	Дизайн	ДПИ
1	Учебная дисциплина «Цветоведение и колористика» — вводная информация. Систематизация цветов. Цветовой круг, цветовое множество	2	1	1
2	Цвет как колебания электромагнитных волн. Разложение светового луча на цветовой спектр. Физика и химия цвета	1	1	1
3	Значение и символика цвета в культурах древних цивилизаций. Античная философия цвета	1	1	2
4	Символика цвета эпохи Средневековья. Теоретические исследования эпохи Возрождения	1	1	2
5	Значение и восприятие цвета в различных культурах	1	1	2
6	Понятие ахроматического и хроматического цвета, цветового тона, насыщенности и степени светлотности	2	1	2
7	Природа цветового ощущения. Восприятие цвета. Влияние цвета на эмоциональное и физическое состояние. Цветовая адаптация	2	1	1
8	Цвет и освещение. Взаимосвязь формы и цвета. Цвет и световоздушная перспектива. Изменение цвета во времени	2	1	1
9	Цветовая относительность. Цвет и тон. Цветовые контрасты	2	1	2
10	Передача цвета в живописи. Специфика передачи цвета в различных художественных техниках. Органические и неорганические красители, пигменты	2	1	2
11	Роль цвета на примере работ мастеров живописи. Сравнительный анализ работ академической школы, импрессионистических полотен, работ в стиле экспрессионизм и т.д. Цвет и тон в графике	2	1	2
12	Цвет в современной науке и культуре. Исследования в области цветопсихологии. Значение цвета в массовой культуре	2	1	1
13	Проблема объективной передачи цвета. Искажения цвета современными техническими средствами: оптика, цифровая техника, принтеры, сканеры, мониторы, графические редакторы, и т.п. Объективность и субъективность цветовосприятия	2	1	1
14	Цвет в дизайне. Подбор цвета в дизайне среды, дизайне костюма и графическом дизайне. Отличительные особенности работы с цветом в различных направлениях дизайна	4	1	–
15	Цвет в декоративно-прикладном искусстве. Анализ и демонстрация работ мастеров декоративно-прикладного искусства. Взаимосвязь ДПИ и дизайна, сходство и различие	2	–	2
16	Работа над колоритом в композиции. Роль цветовых и тональных отношений в раскрытии художественного образа	2	1	2
17	Колорит. Виды цветовых гармоний. Живописная тональность. Цветовая тоника. Цветовые доминанты и субдоминанты. Роль дополнительных и взаимообратных цветов в создании гармоничных цветовых сочетаний	4	1	2
Всего часов:		34	16	26

**ПРИМЕРНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
И САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ
ПОДГОТОВКИ** (полная версия: см. CD-ROM)

№ п/п	Темы заданий	Часов по специальностям					
		ИЗО-Живопись (050100.62)		Дизайн (072500.62)		ДПИ (072600.62)	
		ауди- торная	само- стоя- тельная	ауди- торная	само- стоя- тельная	ауди- торная	само- стоя- тельная
1	Комплекс из нескольких заданий наименьшего уровня сложности направлен на закрепление материала об основных свойствах цвета и тона. а) Краевой контраст трех локальных цветов по отношению к нейтрально-серому. (CD: цв. ил. 101) б) Цветовая относительность. Подбор цветовых сочетаний в теплой и холодной гамме. (CD: цв. ил. 102) в) Две композиции в квадрате на уравновешенность тоновых и цветовых отношений. (CD: цв. ил. 103)	4	4	1	2	2	4
2	Тональное соответствие цветовой шкалы. Решение задания возможно в различных вариантах с сохранением правильной последовательности и систематики. (CD: цв. ил. 104–105)	2	4	1	2	2	3
3	Треугольник Освальда. Изменение одного цвета по светлоте. Решение задания возможно в различных вариантах с сохранением правильной последовательности и систематики. (CD: цв. ил. 106–107)	2	4	1	2	2	3
4	Изменение двух цветов по светлоте. Задание является усложнением задания с треугольником Освальда и может выполняться по выбору студента в различных вариантах с сохранением правильной последовательности и систематики. (CD: цв. ил. 108–109)	2	4	1	2	2	4
5	Объемная фигура из плоскостей. Для задания рекомендуется изображать сферическое тело. Главная задача — показать изменение собственного цвета предмета под воздействием освещения. (CD: цв. ил. 110)	2	4	1	2	2	4

№ п/п	Темы заданий	Часов по специальностям					
		ИЗО-Живопись (050100.62)		Дизайн (072500.62)		ДПИ (072600.62)	
		ауди- торная	само- стоя- тельная	ауди- торная	само- стоя- тельная	ауди- торная	само- стоя- тельная
6	Тональное и цветоеое решение натюрморта. В задании важно выявить взаимосвязь цветов и тонов, проследить их изменение в зависимости от окружения и состояния освещения. (CD: цв. ил. 111)	2	4	1	2	2	4
7	Подбор основных цветовых сочетаний натюрморта и раскладка их в виде формальной композиции. Данное задание развивает цветоощущение, помогает находить и выстраивать в работе цветовые гармонии на обобщении цветов. (CD: цв. ил. 112)	2	4	1	2	2	2
8	Выполнение натюрморта из трех предметов. Цветовая раскладка предметов натюрморта на блик, свет, светотень, полутень, корпусную тень и рефлексы. (CD: цв. ил. 113–114)	2	4	1	2	2	4
9	Цветовая раскладка четырех предметов натюрморта на блик, свет, светотень, полутень, корпусную тень и рефлексы. Задание можно выполнять с натюрмортом теплой либо холодной гаммы. (CD: цв. ил. 115–118)	2	6	1	2	2	4
10	Художественный образ в формальной композиции средствами цвета и тона. а) хроматическая композиция с контрастными цветотоновыми отношениями: (CD: цв. ил. 119–120) б) хроматическая композиция со сближенными цветотоновыми отношениями: (CD: цв. ил. 121)	2	6	1	2	2	4
11	Копия живописной работы (Кандинский, Матисс, Ван Гог и т.п.) по выбору студента. Задание развивает цветоощущение, аккуратность и внимательность в работе с колоритом. (CD: цв. ил. 122)	2	6	1	2	2	2

№ п/п	Темы заданий	Часов по специальностям					
		ИЗО-Живопись (050100.62)		Дизайн (072500.62)		ДПИ (072600.62)	
		ауди- торная	само- стоя- тельная	ауди- торная	само- стоя- тельная	ауди- торная	само- стоя- тельная
12	Реалистическое и декоративное решение колорита в натюрморте. Задание состоит из четырех работ, в которых происходит постепенный переход от реалистического натюрморта к декоративному. Увеличивается значение цвета как символа за счет ограничения цветового диапазона. (CD: цв. ил. 123–126)	4	6	1	4	2	4
13	Декоративный натюрморт в ограниченном цветовом диапазоне. (CD: цв. ил. 127–129) В данном задании главным является развитие творческих способностей студентов, проверка знаний в области колористики, умений работать с цветом и тоном для выявления художественного образа. Студенты могут выбрать решение натюрморта в контрастных или сближенных цветотонных отношениях.	2	6	1	2	1	4
14	Художественный образ в тематической декоративной композиции. В данном задании студенты выполняют проект декоративной композиции, главную роль в восприятии которой играет колорит. В работе особое внимание уделяется поиску живописной тональности, цветовой колористики и доминанты. (CD: цв. ил. 130–131)	2	6	1	2	1	4
Всего часов:		32	66	14	30	26	50

ПИГМЕНТЫ И КРАСКИ

Пигменты и краски также обозначают тот или иной цвет, но все они имеют различное происхождение. Есть пигменты и краски, получаемые на основе минералов и других природных веществ, но независимо от того, на основе чего приготавливаются пигменты и краски их можно разделить на:

- хроматические (спектральные — зеленые, желтые, оранжевые, красные, фиолетовые, синие, голубые),
- ахроматические (белые, черные, серые),
- земляные (охры и коричневые).

На основе этих групп красок, в которых каждая обозначает тот или иной цвет, имеется возможность при смешивании получать бесчисленное множество других цветов и цветовых оттенков. Каждый цвет и из спектральных, ахроматических, и из земляных цветов имеет свое обозначение (название).

Названия цвета (цветов) в производимых красках и в наборах красок происходят:

- от названия каждого цвета в группе спектральных цветов (зеленый, желтый, оранжевый, красный, фиолетовый, синий, голубой);
- от названия того металла, минерала, который имеет отношение к производству того или иного цвета (кобальт, кадмий, ультрамарин);
- от названия земли, глины, камня, который используется для приго-

товления краски (глинистая земля, окрашенная окисью металла (охра), горный камень — сиенит (сиена), железистая глина с марганцем (умбра, марс). Наборы красок содержат различное их количество, разные цвета и названия их. К ним относятся такие названия краски (цвета), кадмий желтый, оранжевый, красный, кобальт зеленый, синий, фиолетовый, охра светлая, золотистая красная, сиена натуральная, жженая, марс коричневый, умбра натуральная, жженая, ультрамарин, окись хрома, железная синяя и др.

Существуют еще так называемые, в широком смысле слова, народные названия цвета, которыми пользуются люди на протяжении многих веков. Эти названия произошли от бытовой деятельности народа и поэтому названия цветов повторяют названия многих предметов, птиц, животных, овощей, фруктов, растений и их цветов, свето-цветовых явлений природы. Например, свекольный цвет, вишневый, салатный, лимонный, канареечный, багряный, цвет мокрого асфальта.

Нами сделана попытка собрать народные названия цвета, дать краткую характеристику каждого из них и привести примеры использования этих названий в жизни, что отражено в многочисленных произведениях художников, поэтов и писателей.

СЛОВНИК НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА¹

Алхинный	Еринный	Нязельный
Алый	Жаркой	Нягой
Ангулинный (Амгулинный)	Железный	Облакатный
Апельсиновый	Желтый	Оброщенный
Багр (Багор)	Зекрый	Объяринный
Багровый	Зеленый	Огненный
Багряный	Игрений	Оранжевый
Бакянный	Изумрудный	Осиновый
Белоснежный	Индиговый	Печаный
Белый	Каракул	Печий
Бирюзовый	Карий	Пелесый
Блакитный	Каурый (Курый)	Пепелесый
Бледный	Кирпичневый	Пепелистый
Бледый	Кирпичный	Песочный
Болкатный	Кобальтовый	Плавый
Бордо	Коптельый	Плеснивый
Брунчатный	Коричневый	Половый
Брощаный	Коричный	Померянцевый
Брусничный	Крапивный	Померклый
Буланый	Красный	Попеловатый
Бурнастый	Кровявый	Попельный
Бурый	Кубовый	Порфирян
Бусый (Босый)	Лазоревый	Прязелен
Васильковый	Лазурный	Прапрудный
Вишневый	Лиловый	Пропелесый
Водяной	Лимонный	Пунцовый
Вороной	Луковый	Пурпурный
Гвоздичный	Маковый	Рдеть (Рдеться)
Глинастый	Малиновый	Рдяный
Гнедой	Медный	Редрый
Голубой	Мурамно-зеленый	Ржавистый
Грений	Мухортый	Рогожяный
Гуляфный	Мурый	Рудожелтый
Гунгулинный (ст. Ангулинный)	Мышачий	Рудой
Дикий	Мыший	Румяный
Дымчатый	Мясной	Русый

¹ Сведения приводятся по книге *Бяхилиной Н.Б.* «История цветообозначения в русском языке». М., 1975.

Рыжий	Смачный	Таусинный
Рынжевый	Смелый	Ультрамариновый
Саврасый	Смуглый	Фиалковый
Сахарный	Смяглый	Фиолетовый
Серебряный	Смядый	Ценинный
Сереный	Снеговой	Чялый
Серогорячий	Снежанный	Червеный
Серый	Снежный	Червлень (Черленый)
Сивый	Соловый	Червонный
Сизовый	Соломенный	Червчатый
Сизый	Срений	Чермный
Синий	Стрекатый	Чубарый
Сиреневый	Сучермень	Шафранный
Сливной	Тагаший	Яринный

На практических занятиях и семинарах студенты дают научные пояснения к каждому цветовому обозначению.

Например: брусничный цвет состоит из: краплак (20%); киноварь (5%);

кобальт синий (10%); охра светлая (10%); ультраморин (10%); марс коричневый (5%); белила (35%) и пр. (Составные части цвета могут колебаться в зависимости от теплохолодности.)

СЛОВНИК ХУДОЖНИКА-ЖИВОПИСЦА

Апельсиновый	Перламутровый
Алый	Рыжевато-коричневый
Буроватый	Рыжевато-бурый
Буже колорит	Рафаэля колорит
Венецианский	Розовато-сиреневый
Грязный	Серо-охристый
Голубовато-розовый	Серебристый
Дымчатый	Серо-зеленый
Дейнеки колорит	Серебристо-серый
Желтовато-золотистый	Сизоватый
Жемчужно-синий	Серый
Красно-коричневый	Серенький
Лунный	Серо-фиолетовый
Мглистый	Серо-стальной
Нежно-перламутровый	Стальной
Оливковый	Сине-зеленый
Охристо-коричневый	Серебристо-голубоватый
Оранжево-красный	Серо-коричневый
Охристо-пепельный	Серебристо-перламутровый
Пименовский колорит	

СЛОВНИК НАРОДНЫХ НАЗВАНИЙ ЦВЕТОВ

Алюминевы	Гречихи вареной
Алый — светло-ярко-красный; самый густой цвет розы; яркой (не золотистой) зари; багряный; багрецовый (не багряный)	Древесины
Апельсиновый	Дымчатый
Арбузный — розовый	Дегтярный — цвет березового дегтя; темно-коричневый
Анютиных глазок	Ежевичный
Багровый — червлёный; самый яркий и густой красный цвет	Желтый
Багряный — червлёный; но менее густой, алее, без синевы — самый яркий, но и самый чистый красный (по В. Далю)	Жемчужный
Бежевый	Железный (ржавого железа)
Белая ночь	Жандр — оттенок серо-бирюзового цвета — цвета формы, которую носила французская жандармерия
Белый	Зелёный
Бирюзовый	Землистый
Болотный	Златой — золотой
Бордовый	Зольный — цвет золы
Бриллиантовый	Изумрудный
Брусничный	Индиговый — индиго; синяя из переноски деревьев
Буланный — глинистый; рудожелтый; желтоватый; изжелта; рыжеватый; вырожелть	Карий
Бурый	Канареечный
Бронзовый	Каурый — рыжеватый; светло-бурый; вырожелть; близко подходит к буланому, но буланный желтее
Баклажанный	Картошки вареной неочищенной
Васильковый	Картошки вареной очищенной
Вермильон — красный	Каштановый
Вишневой почки с варенья — светло-розовый холодный ненасыщенный	Кирпичный
Вороний	Клюквенный
Гнилой вишни цвет	Корида
Грушевый	Кофейный
Гнедой	Красного дерева
Голубой	Красный помпейский
Голубики — цвет ягоды голубики	Красный императорский
Горчичный	Красный английский
Грязный	Красный бургундский
Гранатовый	Красный
	Кумачевый
	Колгановый
	Какао
	Коричневый

Кармин — яркий алый
Кровавый
Кремовый
Калиновый
Кваса
Лунный
Лазоревый — розовый
Лазурный — светло-голубой
Лиловый
Лимонный
Липовой копоти
Медный
Медовый
Мишкных глазок — светло-розово-
бледно-сиреневый
Малахитовый
Молочный
Мореного дуба
Морской волны
Мышастый
Морковный
Мокрого асфальта
Малиновый
Малиново-фиолетовый активный —
фуксии
Маренго
Морошки
Небесный
Нефтяной — цвет нефти; темно-корич-
невый
Неаполитанская желтая
Облепихи
Огуречный
Огненный — цвет огня; красно-огненно-
красный; оранжево-желтоватый
Оливковый
Оранжевый
Оранжево-красный
Ореховый
Оловянный — цвет олова
Палевый — соломенного цвета; бледно-
желтый; бело-желтоватый; желто-
белесоватый
Пепельный
Пепельно-розовый

Перламутровый
Персиковый
Песочный
Пожарный
Пунцовый — ярко-густой как темно-алый;
темно-багряный; багровый; червлень-
ный; червчатый
Пурпурный
Пурпур — пурпуровый; багор; багрянец;
темно и ярко-багряный; багровый;
червленьный
Пшеничный
Перванш — грязно-серый
Пляжный
Репы — ржавистый
Ржавый — бурый; рыжебурый; желто-
бурый
Розовый — красный; алый с голубым
Розоватый — самый бледно-розовый
Русый
Розовой ракушки
Рыжий
Рябиновый
Рубиновый
Румяный
Румяно-сизый
Салатовый
Сажевый — цвет саж
Свекольный
Седой
Саврасый — светло-коричневый с жел-
тизной
Серебряный
Серый
Сербуромалиновый
Серебристый
Серо-зеленый — серебристо-зеленый
Сивый — темно-сизый и седой, с при-
месь белесоватого либо пепельного
Сизый — темный, черный с просинью
и с белесоватым, голубоватым от-
ливом
Синий — серо-синий; дикого цвета,
с синевою, голубую игрою
Сиреневый

Стальной
Свинцовый
Соленого огурца — цвет зеленый с про-
желтью
Соломенный
Солнечный
Слоновой кости
Сливовый
Старо-розовый — розовый, с добавле-
нием серого
Телесный
Терракотовый
Травяной
Темно-алый
Угольный
Фиолетовый — сине-багровый, густой
сине-алый
Фисташковый — грязновато-зеленый

Финиковый — цвет спелых плодов фи-
никовой пальмы; темно-коричне-
вый
Фламинго — розовый
Хакки — грязно-зеленый
Халцедоновый — светло-серый
Чалый — серый
Чайный
Черный
Черничный
Черной редьки
Черной смородины
Чугунный
Шоколадный
Яичный
Янтарный
Яхонтовый
Ячменный

Основные понятия и определения

Ахроматические цвета (от греческого слова – *ἀχρωμτος*) – бесцветные, обозначение всех цветов, не имеющих тепло-холодных оттенков.

Воздушная перспектива – изменение насыщенности, оттенка и плотности цвета в зависимости от расстояния между субъектом и объектом.

Гамма – ряд гармонически взаимосвязанных оттенков цвета, используемых при создании художественных произведений (различают теплую, холодную, светлую красочную гамму).

Гризайль – живописная техника, построенная на моделировке формы белой, черной и серой красками.

Дезинтегрирующие цвета – приглушают раздражение, к примеру: фиолетовый, синий, голубой, синезеленый.

Живописная тональность – сочетание основных цветовых тонов, оттенков; основной, преобладающий цвет, колорит чего-либо.

Живописное единство картины – единство всех элементов картины, в том числе освещения, воздушной среды, цветовых и тоновых отношений.

Колорит – сочетание, соотношение красок, цветов, создающее единство картины.

Локальный цвет – основной и неизменный цвет изображаемых предметов, передаваемый в живописном произведении условно без оттенков и переходов.

Насыщенность – степень интенсивности, условно определяется мерой разбеления чистого спектрального тона или его «приглушения» ахроматическим (черным, серым) цветом.

Натуральный цвет предмета – истинный цвет предмета, передающий главное различие между одним и другим объектом.

Обусловленный цвет – цвет различно освещенных участков объекта (отражающий условия освещения).

Основные характеристики цвета – тоновая (светлее, темнее), цветовая (теплее, холоднее) и яркостная (изменение насыщенности).

Основные цвета – красный, желтый, синий и полученные их смешением: зеленый, оранжевый и фиолетовый. Также к основным цветам относят белый и черный.

Оттенок цвета – плавный переход основной характеристики цвета в сторону усиления или ослабления.

Рефлекс – отраженный свет окружающих объектов на предмете.

Светлота (яркость) – мощность излучения поверхностью отраженного света, сила которого зависит от уровня освещенности и спектральной позиции цвета.

Статические цвета способны уравновесить, успокоить, отвлечь от возбуждающих цветов: оттенки зеленого, пурпурный и т.д.

Стимулирующие цвета способствуют возбуждению и действуют как раздражители: красный, кармин, киноварь, оранжевый, желтый.

Теневые ряды — цвета участков предмета, имеющие одинаковую окраску, но разную освещенность.

Тоновые градации — цвет, окраска, а также оттенок какого-либо цвета, отличающийся той или иной степенью яркости, насыщенности в зависимости от угла падения лучей от источника света (блик, свет, полутень, корпусная тень, рефлекс и т.д.).

Хроматические цвета (от греческого слова — χρώμα) — цветные, обозначение всех цветов теплой и холодной групп.

Цветовая вибрация — разложение цвета на родственные оттенки за счет легкого, едва заметного изменения данного цвета в тоне, цвете, яркости.

Цветовая гармония — согласованность цветов или цветовых множеств,

образующая целостное эстетическое переживание.

Цветовая доминанта — цветовой композиционный центр картины.

Цветовая культура — характеризуется системой цветовых традиций, цветовым языком, взаимосвязью с духовной и материальной культурой народа, нации, социальной группы, отдельного человека.

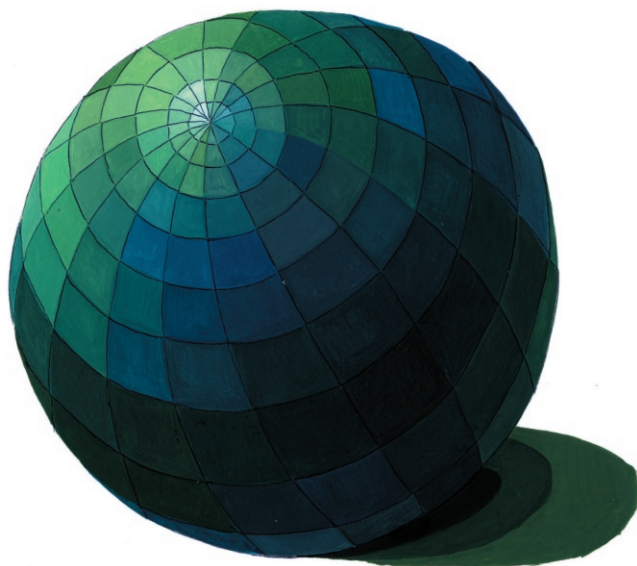
Цветовая тоника (цветовой «аккорд») — опорный цвет, который с определенным постоянством размещен на поверхности чего-либо, вызывая общее эмоциональное настроение произведения.

Цветовой контраст — цветовые различия сравниваемых участков.

Цветовой тон — чистый спектральный цвет с фиксированной длиной волны, который является базовым для образования семейства родственных цветов.

Литература

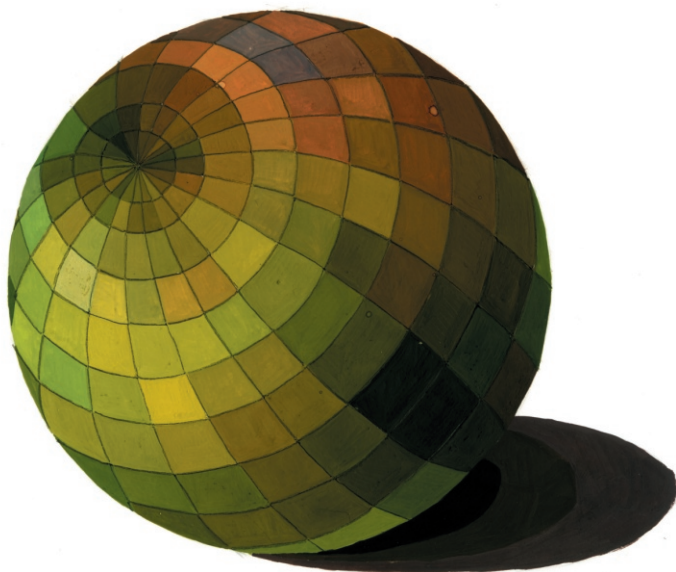
- Айсмен Л.* Дао цвета. М., 2005.
- Аманжолов С.А.* Изобразительное искусство в школе. Жезказган, 2002.
- Атлас цветов: Каталог. М., 1986.
- Бадян В.Е., Денисенко В.И.* Основы композиции. М., 2011.
- Бахиллина Н.Б.* История цветообозначения в русском языке. М., 1975.
- Визер В.В.* Живописная грамота. Система цвета в изобразительном искусстве. СПб., 2006.
- Волков Н.Н.* Цвет в живописи. М., 1984.
- Гармония цвета: Полн. справочник: Сб. упр. по созданию цветowych комбинаций. М., 2009.
- Гармония цвета: Практический каталог расширенных цветowych гамм с расшифровкой всех оттенков по системе CMYK. М.; Минск, 2006.
- Горбунова Г.А.* Особенности цветоведения и работа цветом. СПб., 2003.
- Дагддьян К.* Декоративная композиция. Ростов-на-Дону, 2008.
- Даль В.И.* Толковый словарь живого великорусского языка. В 4 т. М., 2003.
- Денисов В.С., Глазова Н.В.* Восприятие цвета. М., 2009.
- Зайцев А.И.* Наука о цвете и живописи. М., 1986.
- Игнатъев С.Е.* Закономерности изобразительной деятельности детей. М., 2007.
- Итен Йоханнес.* Искусство цвета. М., 2001.
- Ковалев Ф.В.* Золотое сечение в живописи: Учебн. пособие для художественных институтов и училищ. Киев, 1989.
- Козлов В.Н.* Основы художественного оформления текстильных изделий. М., 1981.
- Коробка Ю.В.* Постановка глаза на живописное восприятие цвета: монография. Краснодар, 2005.
- Кравцова Т.А. и др.* Основы цветоведения. Владивосток, 2002.
- Кузин В.С.* Психология живописи. М., 2005.
- Савахата Л., Элдридж К.* Гармония цвета: Полн. справочник: Сб. упр. по созданию цветowych комбинаций. М., 2007.
- Ломов С.П.* Дидактика художественного образования. М., 2010.
- Ломов С.П.* Живопись. М., 2008.
- Ломов С.П., Аманжолов С.А.* Методология художественного образования. М., 2011.
- Ломов С.П., Игнатъев С.Е., Кармазина М.В.* Изобразительное искусство. 5 класс. В 2 ч. М., 2010.
- Ломов С.П., Игнатъев С.Е., Кармазина М.В.* Изобразительное искусство: 6 класс. В 2 ч. М., 2011.
- Ломов С.П., Игнатъев С.Е., Кармазина М.В.* Изобразительное искусство: 7 класс. В 2 ч. М., 2013.
- Ломов С.П., Игнатъев С.Е., Кармазина М.В.* Изобразительное искусство: 8 класс. В 2 ч. М., 2013.
- Ломов С.П., Игнатъев С.Е., Кармазина М.В.* Изобразительное искусство: 9 класс. В 2 ч. М., 2013.
- Медведев В.Ю.* Цветоведение и колористика. СПб., 2010.
- Медведев Л.Г.* Живопись. Омск, 2009.
- Миронова Л.Н.* Цвет в изобразительном искусстве. Минск, 2003.
- Наливина Т.И.* Практическое цветоведение. М., 1985.
- Ростовцев Н.Н.* Методика преподавания изобразительного искусства в школе. М., 2000.
- Рошин С.П.* Живопись – основы теории и практики. М., 2008.
- Секачёва А.В., Чуйкина А.М., Пименова Л.Г.* Рисунок и живопись. М., 1983.
- Серов Н.В.* Античный хроматизм. СПб., 1994.
- Фримлинг Г., Ауэр К.* Человек – Цвет – Пространство. М., 1973.
- Шорохов Е.В.* Композиция. М., 1986.
- Harald Kupfers.* Farben lehre. Ein schnellkurs. Köln, 2010.
- Kandinsky V.* Uber das Geistigein der Kunst, insbesondere in der Malerei. Munchen, 1912.



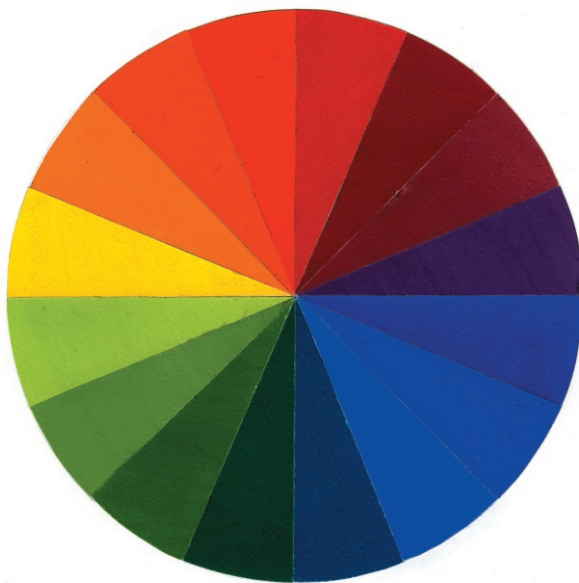
Цветовой шар с доминантой холодной зелени



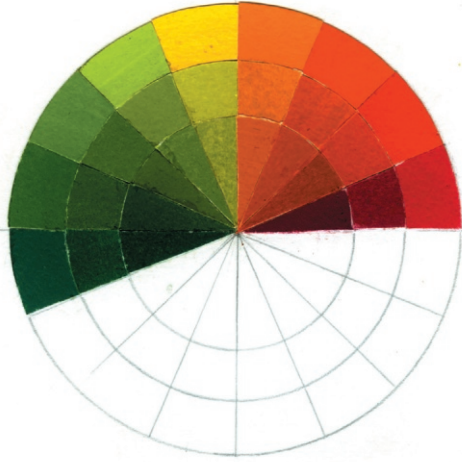
Цветовой шар с доминантой оранжевого цвета



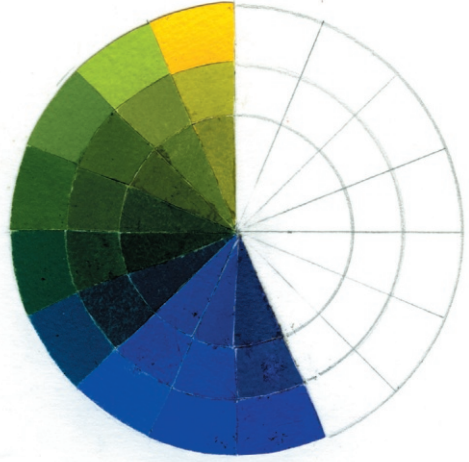
Цветовой шар с доминантой теплой зелени



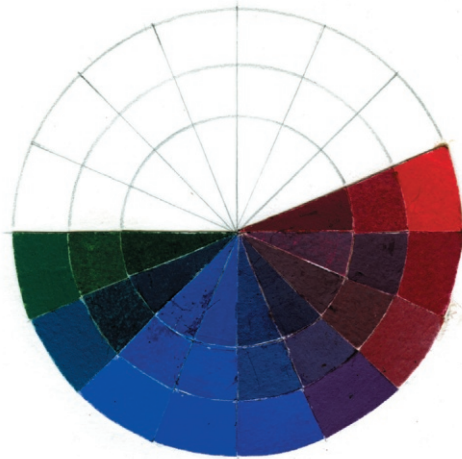
Гармонизатор взаимодополнительных цветов



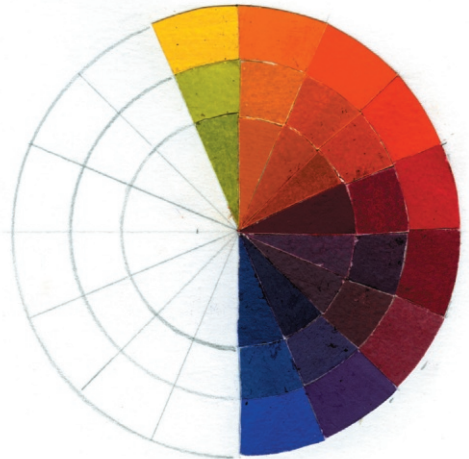
Теплая



Тепло-холодная

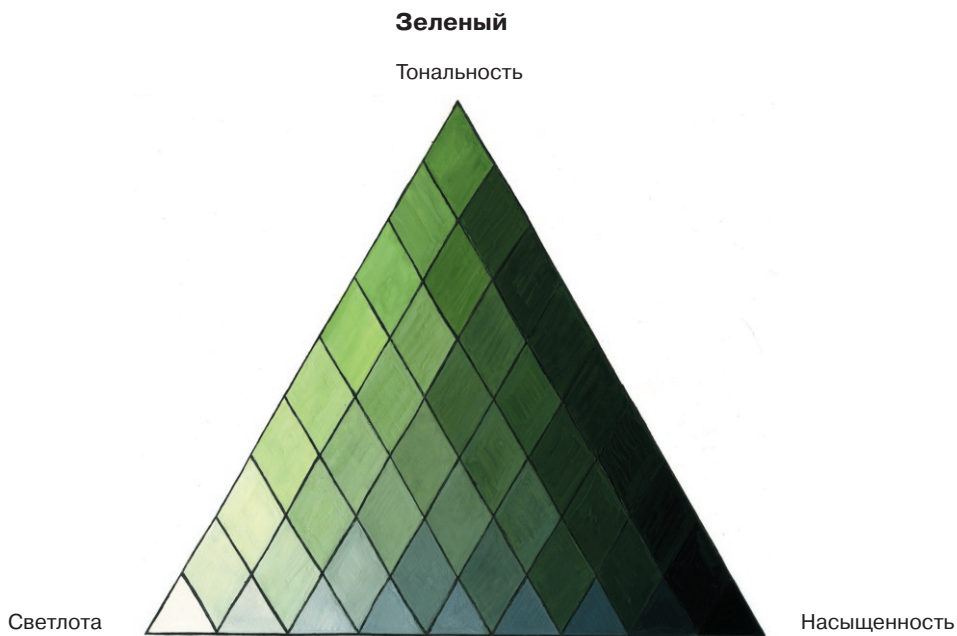
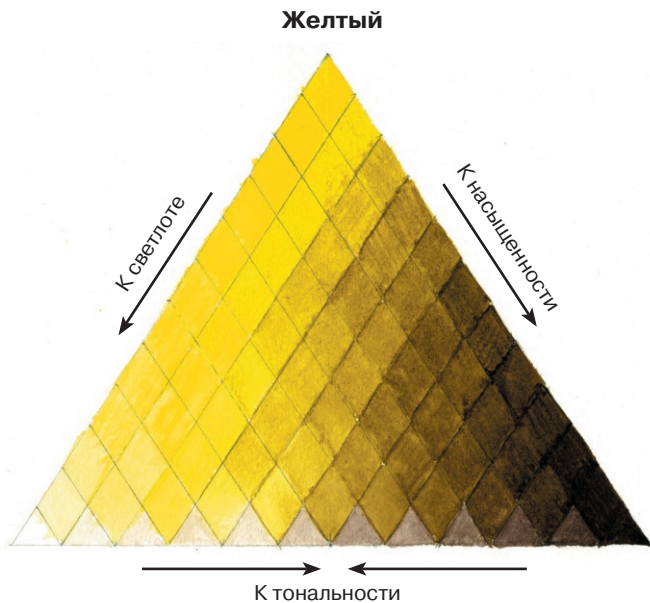


Холодная

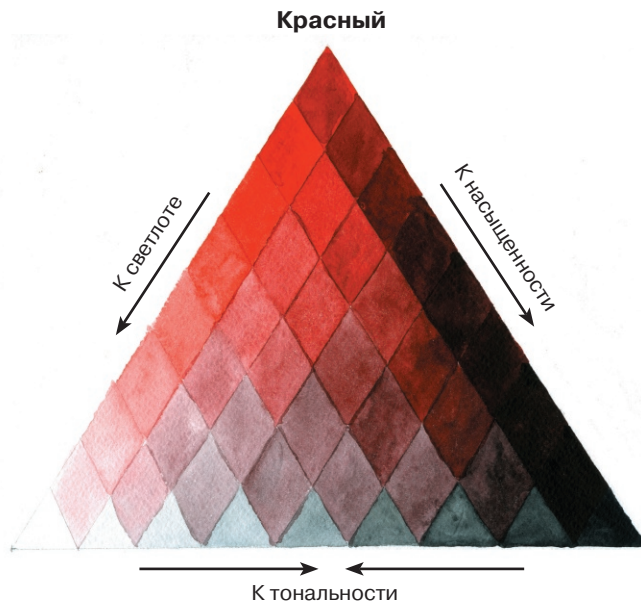


Тепло-холодная

Гармонизация родственных цветов

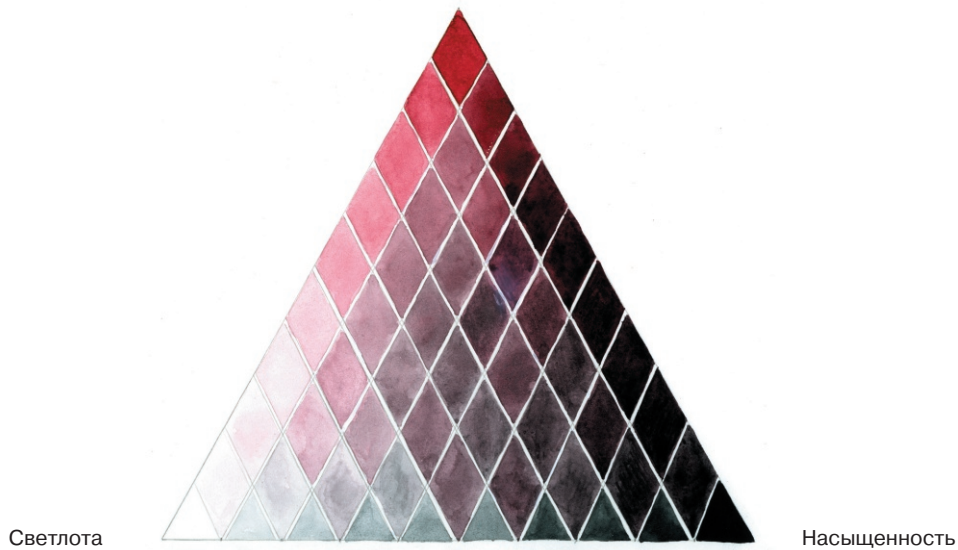


Изменение цвета по тону (тональности),
насыщенности (звучности) и светлоте



Фиолетовый

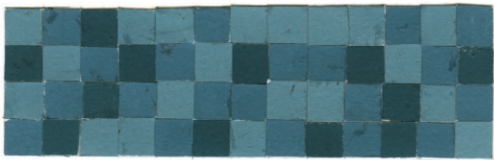
Тональность



Изменение цвета по тону (тональности),
насыщенности (звучности) и светлоте



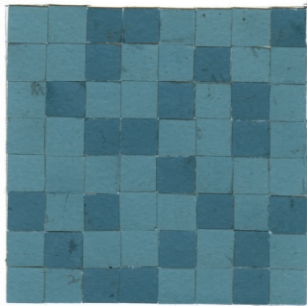
Равновесие дополнительных цветовых масс



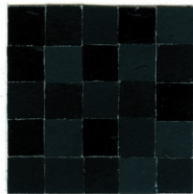
«Тоска»



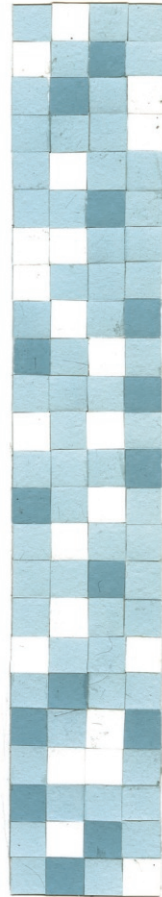
«Радость»



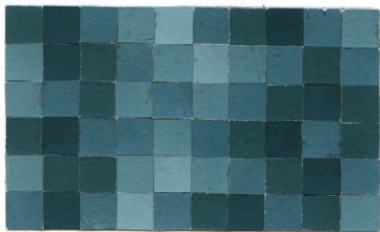
«Тишина»



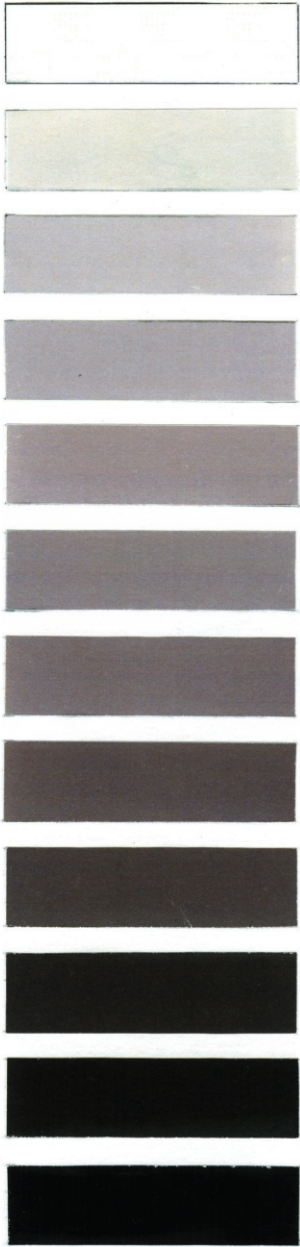
«Пустота»



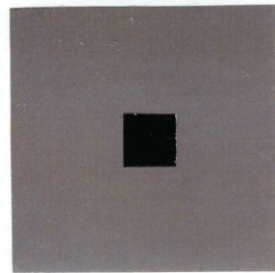
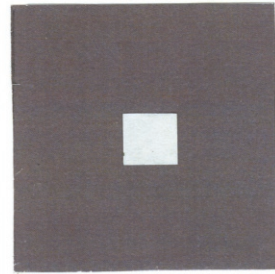
«Нежность»



«Ахроматические фразы»



Нахождение среднего тона



Ахроматический контраст
«равновесие»