

2. Пелех М.П. // Український міжвідомчий науково-технічний збірник «Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні». - Львів: НУ «Львівська політехніка». - 2005. - № 39. - С 92 - 94.

3. Граф Л.С., Коган Д.И. Гидроударные машины и инструмент. - М.: Недра, 1972. - 241 с.

Надійшла до редакції 22.09.2009 р.

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор Б.І. Сокіл, Академія сухопутних військ, Львів.

## ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ТВЁРДОСПЛАВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

М.П. Пелех, И.В. Мандзинец

*Исследуется влияние окисления твердосплавных изделий при температурах в пределах 973 - 1273 К на структурный и фазовый состав. Полученные результаты дали возможность разработать технологический процесс, который обеспечивает повышение эксплуатационной стойкости твердосплавных элементов бурового инструмента, например, при разработке инженерной техники.*

**Ключевые слова:** твердый сплав, структурный и фазовый состав, температура.

## INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE OXIDIZATION ON THE INCREASE OF OPERATING FIRMNESS OF HARD ALLOY MATERIALS AND WARES

M.P. Pelekh, I.V. Mandzinec

*Influence of oxidization of hard alloy wares at temperatures within the limits of 973 - 1273 K on structural and phase composition is probed. The got results enabled to develop a technological process which provides the increase of operating firmness of hard alloy elements of boring instrument, for instanse, while developing engineer materiel.*

**Keywords:** hard alloy, structural and phase composition, temperature.

---

УДК 623.765:681.513.6

М.А. Павленко<sup>1</sup>, В.М. Руденко<sup>1</sup>, П.Г. Бердник<sup>2</sup>, Д.В. Прибыльнов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба, Харьков

<sup>2</sup> Харьковський національний університет імені Каразіна, Харьков

## МЕТОД ПОДБОРА ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*В статье предложен формальный подход, позволяющий подобрать цветовые решения для кодирования информационных элементов, исходя из стандартов разработки информационных моделей и требований, определенных разработчиком автоматизированной системы управления.*

**Ключевые слова:** информационная модель, информационный элемент, цветовое кодирование.

**Постановка проблемы.** Автоматизированные системы управления (АСУ) стали неотъемлемой частью жизнедеятельности человека. Уровень автоматизации процессов управления поражает своими масштабами. Традиционно АСУ представляет собой систему «человек-машина». Исходя из этого одним из ключевых вопросов построения АСУ являются механизмы взаимодействия человека-оператора с вычислительным комплексом. Машинный язык не является привычным и понятным для человека. По

данной причине разрабатываются специальные механизмы, позволяющие правильно представлять информацию человеку. Такие механизмы называются интерфейсом. В статье рассмотрена проблема формирования графического интерфейса, при этом особое внимание уделяется вопросам, связанным с цветовым кодированием информационных элементов.

Данная проблематика заключается в том, что для кодирования информационных элементов разрабатываемой АСУ среди почти 16 миллионов

цветов необходимо отобразить указанное разработчиком число оттенков с учётом эргономических составляющих, на базе которых и будет формироваться система взаимодействия машины с оператором.

**Анализ последних исследований и публикаций.** На данный момент цветовое кодирование повсеместно используется для увеличения информативности информационной модели и придания ей больших удобств с точки зрения восприятия модели пользователем. Наибольшее распространение схемы подбора цветов получили в **вэб-дизайне** при цветовом оформлении сайтов.

Важной особенностью рассматриваемого вопроса является то, что абсолютное большинство АСУ имеют в своей основе персональные ЭВМ как средства обработки и хранения информации в составе комплекса технических средств. В соответствии с этим, средством отображения информации, с помощью которого человек-оператор будет взаимодействовать с АСУ, является монитор. Исходя из этого, в качестве анализируемой модели примем RGB. В данной модели все цвета представлены с помощью трёх базовых: R – красного, G – зелёного, B – синего. Под кодирование каждой из составляющих цвета модели выделяется 3 байта каждый из которых может принимать значение от 0 до 255. В этой системе кодировка абсолютно белого цвета будет иметь вид (255, 255, 255), а чёрного – (0,0,0). Максимальное число оттенков, которое может быть получено в данном случае равно  $16\,581\,375$  или  $256^3$ .

Возникает закономерный вопрос: каким образом выделить и подать в удобной форме именно то количество цветов, которое определил разработчик АСУ для кодирования информационных элементов.

Самой распространенной схемой подбора цветов являются цветовые круги. Цветовой круг представляет собой круг с последовательным переходом между основными цветами равным по охвату выбранной цветовой модели. Подбор цветов в цветовом круге не вызывает затруднений. Процедура выбора заключается в следующем: необходимо представить над кругом равнобедренный треугольник. Цвета, которые окажутся под вершинами – потенциальные кандидаты на использование. Этот тип подбора цветов называется "триадной схемой" и проиллюстрирован на рис. 1. При таком подходе получают четыре различные триадные схемы, с которыми можно работать. Отобранные в триады цвета, работая вместе, образуют гармоничную комбинацию.



Рис. 1. Триады цветов

Другой способ отбора – выбор дополняющих цветов, т.е. тех цветов, которые расположены в круге прямо напротив друг друга – например, красный и зеленый. Они называются комплементарными (complementary) потому что, будучи помещенными, рядом, они делают друг друга ярче и живее (рис. 2).

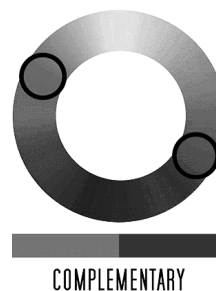


Рис. 2. Цвета, противоположные друг другу

Кроме того, работа с цветовым кругом позволяет формировать более сложные комбинации. Например, можно взять две пары комплементарных цветов, что называется «двойной комплемент» (double complement). Например, желтый, пурпурный (лиловый), синий и оранжевый. Другой схемой является альтернативный комплемент (alternate complement), когда комбинируется триада цветов с цветом, комплементарным одному из цветов триады. Зеленый, красно-пурпурный, красный и оранжевый – пример такой комбинации. Также существует «расщепленный комплемент» (split complement), когда берется цвет, его комплементарный цвет и два прилегающих к нему цвета (т.е. близко расположенным к выбранным цветам). На цветовом круге также возможно формирование цветовых тетрад – в этом случае отбираются четыре цвета, расположенные прямо напротив друг друга. То есть выбираются 1 первичный, 1 вторичный и два третичных цвета. Рисунок 3 иллюстрирует примеры вышеперечисленных схем.

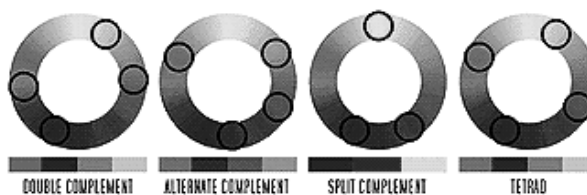


Рис. 3. Примеры цветовых схем

Описанные процедуры позволяют сформировать ограниченный набор цветов, но как быть, если необходимо отобрать свыше сотни цветов, контрастирующих между собой с достаточной величиной заданных показателей яркостного и цветового контраста.

**Целью статьи** является создание и рассмотрение метода выбора цветов из существующей палитры оттенков для информационной модели в соответствии с эргономическими требованиями и наложенными ограничениями разработчика. При этом количество выбранных цветов ограничивается лишь косвенно, то есть: во-первых – желанием потребителя, во-вторых, их количество не должно превышать 200. Последнее ограничение обусловлено способностью человека к различию оттенков цветов.

### Основная часть

Принято считать, что цвет определяется длиной электромагнитной волны. Представление человека о цвете формируется в результате реакции системы визуального восприятия на длину оптической волны.

Цвет воздействует на физиологические процессы человека и на его психологическое состояние. Зная особенности каждого цвета можно сформировать определенный образ, вызвать определенные эмоции и ассоциации. В свою очередь цвет имеет ряд характеристик и отличительных особенностей, таких как:

1. Цветовой тон – основной признак цвета, характеризующий отличие одного цвета от другого и качественно определяемый понятиями и названиями, например, синий, алый, оранжевый и т.д. Натренированный человек способен различать порядка 180 цветовых тонов. Белый, черный и серый цвета не имеют цветового тона, они называются ахроматическими. Все остальные цвета, имеющие цветовой тон, называются хроматическими.

2. Насыщенность цвета – степень субъективного восприятия цветового тона, т.е. величина, показывающая, насколько данный конкретный цвет отличается от белого или серого. Эта характеристика цвета соответствует характеристике излучения – чистоте цвета. То есть, если любой цвет оптически сложить с белым, цветовой тон останется неизменным, однако визуально они будут отличаться. Поэтому можно считать, что насыщенность есть ощущение чистоты цвета. У цветов одного тона человек способен различить до 25 градаций по насыщенности.

3. Светлота цвета – субъективный признак цвета, характеризующий вызываемое им ощущение

яркости. Светлота представляет собой единственный признак цвета, который имеют и хроматические цвета и ахроматические. По этому и только по этому признаку можно эти цвета сравнивать друг с другом. Количество градаций светлоты зависит от уровня освещенности: при пониженной человек может различить порядка 20 градаций, при повышенной – до 64.

4. Яркость – объективная величина, и ее можно измерять соответствующими приборами. Для светлоты же имеет смысл лишь сравнение при рассмотрении группы предметов, в процессе которого определяется уровень светлоты одного из предметов по отношению к другому. Фотометрическая яркость (световой поток с единицы площади светящейся поверхности) зависит от освещенности и отражательной способности (оптической плотности поверхности). Светлота, кроме этого, зависит от цветового тона и насыщенности. В частности, при прочих равных условиях синие цвета имеют меньшую светлоту (кажутся более темными), чем желтые и зеленые, а красные занимают промежуточное положение. Четкая зависимость существует также между светлотой и насыщенностью: с увеличением насыщенности светлота уменьшается. Поэтому, к примеру, насыщенно-синий цвет воспринимается как темно-синий. Это обусловлено биологическим строением человеческого глаза.

Для решения вопроса подбора цветов необходимо обратиться к теории цвета, а конкретнее к инженерной психологии. Существует три основных показателя, определяющих оптимальность используемых цветов в информационной модели. Это яркость, яркостной и цветовой контрасты.

Яркость цвета – это величина, характеризующая плотность светового потока, отраженного окрашенным предметом в направлении наблюдателя. В данном случае, это интенсивность излучения потока света пикселем монитора, который состоит из трёх точек: красной, зеленой, и синей. Она рассчитывается по следующей формуле:

$$Ярк = 0.59 * R + 0.3 * G + 0.11 * B,$$

где R – составляющая красного цвета; G – составляющая зелёного цвета; B – составляющая синего цвета.

Яркостный контраст – соотношение яркости зрительных стимулов, находящихся в одном поле восприятия при решении задачи на различение. Минимальной величиной яркостного контраста для одновременно воспринимаемых объектов является 12%, для последовательно воспринимаемых не менее 4%. При решении практических задач, связанных с распознаванием элементов, величина контраста должна быть от 65 до 85%. Величина данного параметра рассчитывается по следующей формуле:

$$K = \left| \frac{Y_{\phi} - Y_o}{Y_{\phi}} \right| \cdot 100\%,$$

где  $Y_{\phi}$  – яркость фона;  $Y_o$  – яркость анализируемой точки.

Цвета, расположенные рядом, влияют друг на друга и воспринимаются нашим глазом в зависимости от цветового окружения. Иное восприятие того же цвета, происходящее вследствие его соседства с другими цветами, называется одновременным цветовым контрастом. Например, светлый тон, находясь с темным, кажется еще светлее, а темный рядом со светлым – темнее; красный, соприкасаясь с зеленым, кажется насыщеннее. Физически цветовой контраст можно представить как расстояние в цветовом кубе RGB между двумя рассматриваемыми точками. В частности, цвет фона и цвет информационного элемента. Исходя из этого, значение данного параметра рассчитывается как:

$$d = \sqrt[3]{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2},$$

где  $x_1, y_1, z_1$  – RGB составляющие информационного элемента, а  $x_2, y_2, z_2$  – RGB составляющие фона, на котором рассоложен элемент.

Максимальное значение данного параметра 441,67. Данная величина показывает расстояние между белым и черным цветом. Для получения приемлемого различия цветов необходимо:

$$d = \frac{\sqrt[3]{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}}{441,67} \cdot 100\% \geq 50\%.$$

Для подсчета теоретически возможного количества цветов, которые возможно подобрать с заданными параметрами цветовой и яркостной контрастности, была разработана программа.

С помощью разработанной программы оценено количество цветов с заданными цветовыми характеристиками относительно друг друга. Результаты расчетов приведены на рисунках 4, 5.



Рис. 4. Изменение количества цветов в зависимости от яркостного и цветового контраста по отношению к фону



Рис. 5. Обобщенный график изменение количества цветов по отношению цвета к фону

Анализ приведенных зависимостей позволяет утверждать, что количество цветов с заданными характеристиками цветовой и яркостной контрастности без учета их взаимного влияния велико и измеряется сотнями тысяч. При подборе цветов с оценкой их взаимного влияния количество таких цветов значительно сокращается и оценивается уже десятками и сотнями, о чем свидетельствует график, приведенный на рисунке 6.

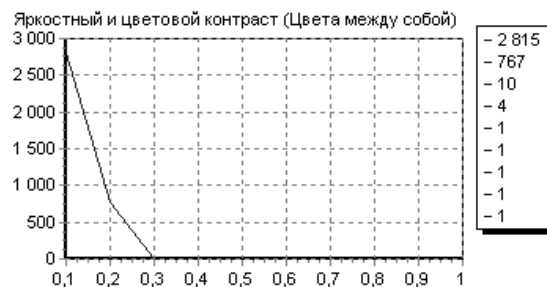


Рис. 6. Взаимное влияние цветов при изменении яркостного и цветового контрастов

Проведенные расчеты позволяют утверждать, что задача отбора цветов не есть тривиальной, а представляет собой довольно сложную процедуру отбора и согласования цветов как друг с другом, так и с цветом фона. Более того, подбор цветов должен быть реализован двухэтапной процедурой. На первом этапе должен быть проведен формальный отбор цветов. На втором этапе уточнение и согласование цветов производится дизайнером и специалистом по эргономике. Процедура первого этапа может быть реализована с помощью алгоритма, схема которого приведена на рисунке 7.

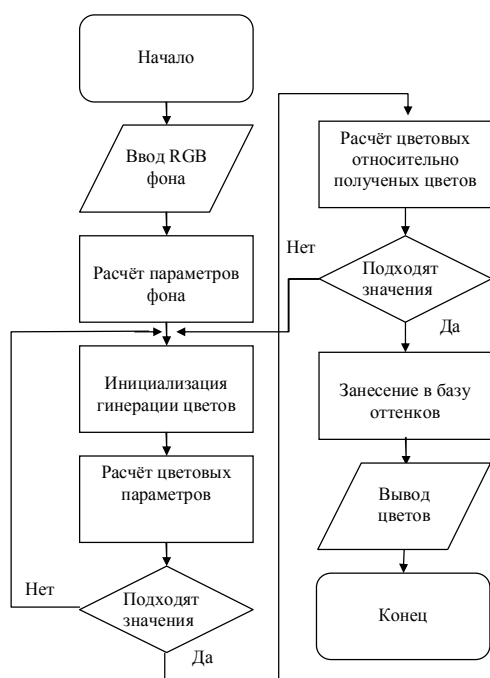


Рис. 7. Схема алгоритма подбора цветов

## Выводы

Анализ, проведенный на основе модели RGB, свидетельствует об ограниченности набора цветов, которые могут быть использованы при построении информационных моделей в АСУ, использующих в качестве средств отображения информации стандартные устройства, которые формируют цвет аддитивными методами. В таких условиях поиск нескольких десятков цветов среди возможных  $16 \cdot 10^6$  становится серьезной проблемой. Благодаря

разработанному методу формализованного отбора цветов упростился первоначальный отбор цветов для информационной модели. Использование данного метода позволяет сформировать кортежи цветов с заданными характеристиками, различающимися между собой по тону, яркости и насыщенности. Однако, это не исключает привлечения специалистов к окончательному формированию набора цветов при построении системы отображения информации для обеспечения деятельности оператора АСУ.

## Список литературы

1. Пономаренко Е. Алгоритмы и способы цветовоспроизведения / Е. Пономаренко, А. Тайц. – К. : Инвира, 1997. – 256 с.
2. Симонович С. Специальная информатика : учебное пособие / С. Симонович, Г. Евсеев, А. Алексеев. – М. : АСТ-ПРЕСС : Инфорком-Пресс, 1998 – 134 с.
3. Генрих Фрилинг, Ксавер Аур Человек - цвет - пространство : Прикладная светопсихология / Фрилинг Генрих, Аур Ксавер; [Сокращенный перевод с немецкого О.В. Гавалова]. – М. : Наука, 1987. – 324 с.
4. Шахрова М.М. Цветная фотография / М.М. Шахрова. – К. : Выща школа, 1995. – 231 с.
5. Павленко М.А. Обоснование структуры информационной модели АРМ оператора АСУ специального назначения / М.А. Павленко, А.В. Александров, П.Г. Бердник, А.В. Першин // Проблемы информатики та моделювання : V міжнародна науково-технічна конференція, 25-26 квіт. 2005 р. : тези допов. – Х., 2005. – С. 32.

Надійшла до редакції 27.08.2009 р.

**Рецензент:** доктор технических наук, доцент О.В. Лемешко Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## МЕТОД ПІДБОРУ КОЛІРНОЇ ГАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

М.А. Павленко, В.М. Руденко, П.Г. Бердник, Д.В. Прибыльнов

У статті запропонований формальний підхід, що дозволяє підібрати колірні рішення для кодування інформаційних елементів, виходячи зі стандартів розробки інформаційних моделей і вимог, розроблювача автоматизованої системи управління.

**Ключові слова:** інформаційна модель, інформаційний елемент, колірне кодування.

## METHOD OF SELECTION OF COLOUR GAMUT OF INFORMATIVE ELEMENTS

M.A. Pavlenko, V.M. Rudenko, P.G. Berdник, D.V. Pribyl'nov

Formal approach, allowing to pick up colour decisions for encoding of informative elements, is offered in the article, coming from the standards of development of informative models and requirements, certain the developer of automated control system.

**Keywords:** informative model, informative element, colour encoding.