

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДИМОГО СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРЕДМЕТ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЦВЕТОВОГО АЛФАВИТА ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ОСВЕЩЕНИЯ ОБСТАНОВКИ

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается метод человеко-машинного взаимодействия, основанный на цветоощущениях оператора и кодировании информации формой и цветом, что не только повышает время реакции, но и скорость обучения управления системой освещения обстановки.

**Ключевые слова:** цвет; форма; сигнал; оператор; алфавит; система; кодирование.

## STUDY OF THE SEEN WITH MPEKTRA EMISSION FOR THE OBJECT OF THE DEVELOPMENT OF THE OPTIMUM ELEMENTS OF COLOR ALPHABET FOR CODING OF INFORMATION IN THE CONTEMPORARY COMPLEXES OF THE ILLUMINATION OF THE SITUATION

**BALAHONOV P.N.,  
BUTYRSKIY E.YU.**

### ABSTRACT

In the article is examined the method of man-machine interaction, based the color sensations of operator and coding information by form and color, which not only increases the reaction time, but also the rate of the instruction of control in the system of lighting situation.

**Keywords:** color; form; signal; operator; alphabet; system; the coding.

### Введение

Взаимодействие человека-оператора и сложных технических комплексов, к которым относятся и системы освещения обстановки приобретает все большее значение в связи возрастанием требований к эффективности решения задач: обнаружения, классификации сопровождения, выдаче целеуказаний различным средствам. Большое внимание уделяется также различным формам взаимодействия между различными средствами получения информации о противнике. В этих условиях повышаются требования и к самому оператору, а именно, скорости его реакции, способности правильно принимать решения в короткое время, быстро адаптироваться к меняющимся условиям работы и т.д. Таким образом, многообразие средств вооружения, расширение их возможностей как по динамическим характеристикам (скорость, маневр, непредсказуемость движения), так и по применению средств радиоэлектронной борьбы, приводит к повышению требований к оператору. Поэтому естественным является стремление использовать не только традиционные методы анализа информации, связанные с анализом формы, цвета, яркости, размера индикаторных отметок, но выявлять новые формы

восприятия информации, которые были бы согласованы с психомоторикой человека-оператора.

### Цвет и кодирование

В последнее время в человеко-машинных системах графическая индикация приобретает всё большее значение в связи с широким распространением графических дисплеев. При организации кодирования информации, представляемой оператору, у представителей промышленности возникают вопросы по способу кодирования и алфавиту кодирования предъявляемой оператору информации.

Современные человеко-машинные комплексы позволяют кодировать информацию формой, цветом, яркостью и размером. Работы передовых учёных в области инженерной психологии по сравнению эффективности различных форм кодирования информации позволили сделать следующие выводы:

1. Из четырёх однопараметрических видов кодирования наименьшее время отыскания требует цвет, за которым в порядке возрастания времени следуют форма, яркость и размер.

2. Для смешанных форм кодирования наиболее оптимальным является кодирование формой и цветом [1]

Выбор категории кода зависит от ряда факторов. Он определяется характером решаемой задачи. При решении пяти различных видов задач (опознание, определение сигнала, счёт, сравнение, проверка) изучались различные способы кодирования. Оказалось, что в задаче опознания наибольшую эффективность обеспечивает категория цвета. В остальных задачах наиболее эффективными оказались категории цвета и числа [2].

Эту информацию подтверждает и длина алфавитов сигналов для различных категорий кодов, представленная в таблице 1.

Таблица 1.

Длина алфавита сигналов для различных категорий кодов

Способ кодирования	Длина алфавита
Форма символов: буквенно-цифровая абстрактная по ассоциации	Не ограничена 16 200
Размер символа	6
Цветовой алфавит	11
Ориентация и длина линии	4
Количество точек	5
Яркость, частота мельканий	4

Как видно из табл. 1 наибольшую длину алфавита имеют цвет и форма.

Различные цвета обладают неодинаковой способностью вызывать психические реакции. Для оценки этих различий используют понятие качества ассоциаций. К качеству ассоциации может быть отнесена однозначность ощущения (т.е. определенность, интенсивность его; устойчивость в пределах большой группы людей).

Многочисленные исследования психологов, а также высказывания художников и поэтов обнаруживают некоторые основные закономерности связи объективных свойств цвета с реакциями, которые он вызывает. Чем чище и ярче цвет, тем определеннее, интенсивнее и устойчивее реакция. Сложные, малонасыщенные, среднесветлые цвета вызывают неустойчивые и относительно слабые реакции.

Наиболее однозначные ассоциации: температурные, весовые, слуховые. Самые разные люди оценивают эти качества цвета одинаково. Например, красный всем кажется горячим и громким, а голубой – холодным и тихим [3].

### Кодирование информации на основе синестезии

Синестезия – это совместное чувство, одновременное ощущение – явление, состоящее в том, что какой-либо раздражитель, действуя на соответствующий орган чувств, вызывает не только ощущение, специфическое для данного органа чувств, но одновременно еще и добавочное ощущение или представление, характерное для другого органа чувств.

Наиболее распространенным проявлением синестезии является так называемый цветной слух, при котором звук наряду со звуковым ощущением вызывает и цветное. Цветовой слух наблюдался у композитора А.Н. Скрябина, который обладал очень развитой синестезией. У Скрябина каждый звук имел определенную окраску, ему принадлежит идея цветомузыки.

По своей природе синестезия представляет собой усиленное взаимодействие анализаторов: визуализация слышимого – цвет – звук. Когда мы говорим об активизации процессов нашего мышления и памяти, нужно как можно больше средств привлекать для активизации процесса восприятия. Чем больше различных компонентов будет вовлечено в процесс запоминания, тем глубже, полнее и эффективнее будет процесс восприятия и воспроизводства, то есть степень развития памяти [4].

Таким образом, использование синестезии операторов при выборе цветов для кодирования машинной информации будет не только повышать время реакции, но и скорость обучения управления данной системой.

Для кодирования информации цветом на основе синестезии необходимо пройти следующие этапы.

1. Определить количество кодируемых признаков, которое не должно превышать длину цифрового алфавита, т.е. одиннадцати элементов.
2. Определить для какой группы операторов будет разработана человеко-машинная система, т.е. выявить наиболее существенные её признаки: профессия, стаж, пол, возраст и т.п., отвечающие основным требованиям профессионального отбора для работе в этой системе.
3. Составить анкету, в которой предложить сопоставить кодируемые признаки основным цветам.
4. Провести анкетирование респондентов, при этом размер выборки должен быть не менее 100 человек. Для подтверждения устойчивого результата – не менее 200 человек.
5. Составить матрицу соответствия цветов кодируемым признакам. Пример матрицы на семь

кодируемых признаков представлен в таблице 2.

6. Составить компьютерную программу (например, в пакете прикладных программ MatLab), которая бы перебирала все возможные варианты расположения строк относительно друг друга и считала бы след матрицы (сумму элементов основной диагонали матрицы).

7. С помощью указанной программы определить вариант расположения строк друг относительно друга, в котором след матрицы наибольший. То есть тот вариант, который удовлетворяет наибольшему количеству респондентов.

8. Соответствие цветов кодируемым признакам можно считать с координат главной диагонали матрицы с наибольшим следом.

9. Произвести оценку результатов анкетирования статистическими методами относительно полученных соответствий цвета кодируемым признакам.

#### Пример цветowego распределения основных признаков

Рассмотрим пример кодирования информации цветом на основе синестезии. В частности, используем семь цветов.

Таблица 2.

Матрица результатов опроса респондентов для семи цветов

	Красный	Оранжевый	Жёлтый	Зелёный	Голубой	Синий	Фиолетовый
Признак 1	63	26	31	7	4	33	18
Признак 2	10	28	21	28	29	37	29
Признак 3	79	50	16	11	2	8	16
Признак 4	24	56	41	14	8	12	27
Признак 5	3	13	17	39	52	41	17
Признак 6	0	4	24	26	61	41	26
Признак 7	3	5	32	57	26	10	49

След данной матрицы составляет:

$$S=63+28+16+14+52+41+49=263.$$

После перебора строк в программе получаем матрицу с максимальным следом, представленную в таблице 3

Таблица 3.

Матрица результатов опроса с максимальным следом

	Красный	Оранжевый	Жёлтый	Зелёный	Голубой	Синий	Фиолетовый
Признак 3	79	50	16	11	2	8	16
Признак 4	24	56	41	14	8	12	27
Признак 1	63	26	31	7	4	33	18
Признак 7	3	5	32	57	26	10	49

Признак 6	0	4	24	26	61	41	26
Признак 5	3	13	17	39	52	41	17
Признак 2	10	28	21	28	29	37	29

След данной матрицы составляет:

$$S=79+56+31+57+61+41+29=354.$$

Таким образом, было выявлено следующее соответствие цветов основным признакам:

Красный – Признак 3;

Оранжевый – Признак 4;

Жёлтый – Признак 1;

Зелёный – Признак 7;

Голубой – Признак 6;

Синий – Признак 5;

Фиолетовый – Признак 2.

В современных радиотехнических комплексах используется кодирование информации цветом путём смешения цветов. Заданные величины (например, расстояние до шумящего объекта в море) кодируются интенсивностью цветовых компонент **R** (red), **G** (green), **B** (blue) [6, с.44]. В вопросах классификации, как наиболее трудоёмких для оператора современных радиотехнических комплексов, линейное изменение цвета вызывает дополнительные мыслительные процессы, отвлекающие от основной деятельности. Дискретное изменение цвета быстрее выявляется оператором, а кроме того упрощает возможность разработки нормативов для оценивания операторской деятельности.

#### Анкетирование по выявлению оптимальных элементов цветowego алфавита

В настоящее время на базе кафедры Гидроакустики Военно-морского политехнического института Военного учебного научного центра «Военно-морская академия» в городе Петергоф (Санкт-Петербург) проводится исследование по выявлению оптимальных элементов цветowego алфавита для кодирования информации в современных человеко-машинных системах. Исследование проводится путём анкетирования курсантов радиотехнических специальностей, проходящих обучение в Военно-морском политехническом институте. Данные респонденты в течение ближайших пяти лет планируются к назначению на должности, имеющие в своём функционале обслуживание современных и перспективных образцов радиотехнического вооружения кораблей ВМФ РФ. Это условие повышает ценность исследования, давая необходимые рекомендации промышленности по использованию цветowego

кодирования в перспективных радиотехнических комплексах. Так как опрашиваемые в дальнейшем будут нести вахту на данных комплексах.

При анкетировании респондентам предложено разбить условными границами видимый спектр на наиболее информативные цвета, которыми, по мнению опрашиваемых, возможно кодирование информации для оператора.

В исследовании планируется привлечь не менее 150 респондентов мужского пола в возрасте от 17 до 25 лет, проходящих воинскую службу в должностях курсантов радиотехнического факультета Военно-морского политехнического института.

В процессе обработки анкет планируется пройти следующие этапы:

1. Сбор статистики:
  - сколько цветов различает оператор-гидроакустик (мужчина, потому что женщина различает намного больше цветов).
  - границы спектра цветов для кодирования (в длинах волн)
2. Расчет математического ожидания количества цветов в видимом спектре для кодирования специализированной радиотехнической информации.

3. Расчёт математического ожидания нижней границы спектра для каждого цвета.
4. Расчёт математического ожидания верхней границы спектра для каждого цвета.
5. Оценка эффективности расчётов
  - расчет корреляции цветов;
  - расчёт дисперсии нижних границ каждого цвета;
  - расчёт дисперсии верхних границ каждого цвета;
6. Перевод цветов спектра из длин волн в цветовую палитру по модели RGB в web-кодах (модель HEX) [5, с.56].
7. Выдача рекомендаций по использованию цветов для кодирования в современных человеко-машинных системах. Зависимость количества различаемых цветов от пола оператора представлена на рисунке 1.

Для определения количества и границ цветов, различаемых респондентами, был выбран представленный на рисунке 2 видимый спектр.

На этапе пилотажного эксперимента приняли участие 68 респондентов, удовлетворяющих начальным требованиям.

Респондентам были выданы анкеты, в которых

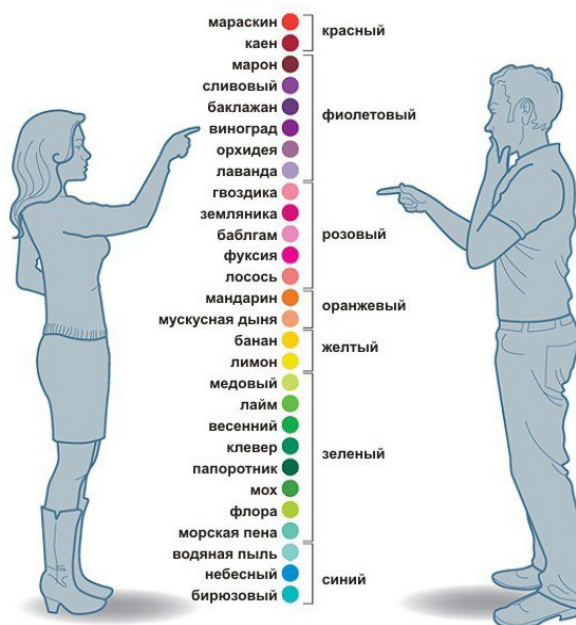


Рисунок 1 – Распознавание цветов женщиной и мужчиной



Рисунок 2 – Видимый спектр, предложенный в анкетах респондентов для разбиения его на цвета.

им предлагалось выполнить следующие действия.

1. Вертикальными линиями разделите представлений спектр на цвета, которые, по вашему мнению, могут использоваться при кодировании в современных графических дисплеях. Количество сегментов спектра не должно превышать 11 (одиннадцати) и вы должны чётко их различать.

2. Подпишите, получившиеся у Вас цвета.

Результаты, полученные при проведении пилотажного эксперимента, представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты пилотажного эксперимента

Количество выделенных цветов	Количество респондентов	% соотношение количества респондентов к общему числу	Максимум соответствия
11	7	10,3	III
10	5	7,4	
9	13	19,1	II
8	32	47,1	I
7	6	8,8	
6	3	4,4	
5	2	2,9	

Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальное число цветов для кодирования – 8.

На текущем этапе определяются границы цветов путём расчёта их математического ожидания с последующим определением описания цвета и перевода границ цветов из длин волн в 24-битную цветовую палитру в web-кодах по модели RGB [5].

### Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы по проведенным исследованиям:

- использование синестезии операторов при выборе цветов для кодирования машинной информации будет не только повышать время реакции, но и скорость обучения управления данной системой;
- синестезия представляет собой усиленное взаимодействие анализаторов: визуализация слышимого – цвет – звук;

- дискретное изменение цвета быстрее выявляется оператором, а кроме того упрощает возможность разработки нормативов для оценивания операторской деятельности;
- результаты исследований по предрасположенности человека по выявлению цветовых признаков, могут быть положены при назначении его на должность, связанной с операторской деятельностью;
- проведение пилотажного эксперимента, показывает, что оптимальное число цветов для кодирования – 8.

В заключение хочется отметить, что исследования, рассмотренные в статье, должны быть продолжены, так как уже предварительные эксперименты показывают эффективность предложенного метода активизации оператора, повышение эффективности его работы.

### Список литературы

1. *Цибулевский И. Е.* Ошибочные реакции человека-оператора. – М.: Советское радио, 1979. – 208с.
2. *Душков Б. А., Ломов Б. Ф., Рубахин В. Ф.* Основы инженерной психологии: учеб. для техн. вузов/ 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Выш.шк., 1986. – 448с.
3. *Миронова Л. Н., Иванов Д. Г.* Цвет – это что? Курс колористики для художников-дизайнеров. – Минск, Беларусь, 2008. – 51с.
4. *Андреев О. А., Хромов Л. Н.* Техника тренировки памяти // Агропромышленный комплекс России. – 1989. – № 3.
5. *Поляков К. Ю., Шестаков А. П., Еремин Е. А.* Информатика: учеб. / часть 1. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. – 334с. ISBN/ 978-5-9963-1765-3
6. *Консон А. Д., Волкова А. А., Никулин М. Н.* Цветовое кодирование информации в гидроакустическом шумопеленговании // Научно-технический журнал «Морская радиоэлектроника». – 2015. – № 4 (54). – с. 42-47.