

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
«МЭИ»

УДК:                   Институт ИРЭ ЭТФ  
Кафедра светотехники  
Направление электроника и наноэлектроника: 11.04.04

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Программа: Теоретическая и прикладная светотехника

Тема: Выбор цветовой гаммы и псевдоцветов на диаграмме распределения освещенности в программе Диалюкс

Студент ЭР-04М-16 Рыбина М.П.  
*группа* *подпись* *фамилия, и., о.,*

Научный  
руководитель доцент К. Т. Н. Снетков В.Ю.  
*должность* *звание* *подпись* *фамилия, и., о.,*

Консультант \_\_\_\_\_  
*должность* *звание* *подпись* *фамилия, и., о.,*

Консультант \_\_\_\_\_  
*должность* *звание* *подпись* *фамилия, и., о.,*

Магистерская диссертация допущена к защите

Зав.кафедрой К. Т. Н. Боос Г. В.  
*звание* *подпись* *фамилия, и., о.,*

Дата \_\_\_\_\_

МОСКВА

2018г.

Выбор цветовой гаммы и псевдоцветов на диаграмме распределения освещенности в программе Диалюкс.

Рыбина М.П., стр. 133, рис. 52, табл. 46

УДК

#### Аннотация

В данной работе рассмотрены такие вопросы как: цвет и цветовое зрение, цветовая гармония. Рассмотрены принципы построения равноконтрастных систем. Уделено внимание психофизическому восприятию цвета. Разработана установка на базе персонального компьютера для проведения теста М. Люшера, а также проведены необходимые измерения координат цветности и яркости. По результатам теста М. Люшера были выявлены наиболее предпочтительные наблюдателями цветовые гаммы, и на их основе были составлены цветовые последовательности для оформления псевдоцветов в программе Dialux 4.13. Используя равноконтрастную систему проф. Матвеева А.Б. были произведены расчеты цветовых порогов для всех цветовых последовательностей по инженерной методике Беляевой Н.М. Сформулирована небольшая инструкция по выставлению гармоничной цветовой последовательности псевдоцветов для программы Dialux 4.13.

#### The summary

In this master`s dissertation, there are considered such issues as: color and color vision, color harmony. The principles of construction of equal-contrast systems are considered. Attention is paid to the psycho-physical perception of color. The installation was developed on the basis of a personal computer for carrying out the M. Lusher test, and also the necessary measurements of the chromaticity and brightness coordinates were made. According to the results of M. Lusher's test, the most preferable color gamut was revealed, and based on them, color sequences were designed to decorate pseudocolors in the program Dialux 4.13. Using an equal-contrast system of prof. Matveev A.B. calculations of color thresholds for all color sequences were carried out according to the engineering method by N.M. Belyaeva. A small instruction for setting up a harmonious color sequence of pseudocolors for the program Dialux 4.13 is formulated.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

«МЭИ»

Институт ИРЭ ЭТФ Кафедра светотехники

Направление Электроника и наноэлектроника: 11.04.04

ЗАДАНИЕ НА МАГИСТЕРСКУЮ  
ДИССЕРТАЦИЮ

по программе подготовки магистров Теоретическая и прикладная  
светотехника

Тема Выбор цветовой гаммы и псевдоцветов на диаграмме распределения  
освещенности в программе Диалюкс

Время выполнения работы с 01.09.2017г. по 27.06.2018г.

Студент Рыбина М.П. ЭР-04М-16  
*Фамилия, и., о. группа подпись*

Научный руководитель доцент к. т. н. Снетков В.Ю.  
*должность, звание, фамилия, и., о.*

Консультант \_\_\_\_\_  
*должность, звание, фамилия, и., о.*

Консультант \_\_\_\_\_  
*должность, звание, фамилия, и., о.*

Зав. кафедрой к. т. н. Боос Г. В.  
*звание, фамилия, и., о., подпись, дата утверждения задания*

Место выполнения научной работы НИУ МЭИ

Москва « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## **1.Обоснование выбора темы диссертационной работы**

Цвет играет важную роль в жизни человека. То, как мы видим цвета, воспринимаем их – напрямую связано с нашим психологическим состоянием, и с тем, как наш мозг обрабатывает информацию. Проанализировав научные работы на кафедре и в интернет источниках Scopus и Elibrary, я пришла к выводу, что изучение цветовой гармонии применения достаточно актуально. В данной работе я буду рассматривать цветовую гармонию и ее применение для оформления псевдоцветов в программах расчета и проектирования ОУ. Мне представляются актуальными вопросы удобства восприятия полученных результатов и для светотехников, и для заказчиков проектов освещения

Научный руководитель Снетков В.Ю. дата \_\_\_\_\_

Студент Рыбина М.П. дата \_\_\_\_\_

## **2.Консультации по разделу**

---

---

---

---

Подпись консультанта \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_

## **3.Консультации по разделу**

---

---

---

---

Подпись консультанта \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_

#### 4. План работы над магистерской диссертацией

№ п\п	Содержание разделов	Срок выпол- нения	Трудоём- кость в %
<b>I.</b>	<p align="center"><b>Теоретическая часть</b></p> <p>Обзор литературных данных, в том числе и в электронных библиотеках Scopus и Elibrary</p> <p>Обзор существующих работ на кафедре по цветовой гармонии применения</p>	<p align="center">10.10.17 – 30.03.18</p>	<p align="center">10%    10%</p>
<b>II.</b>	<p align="center"><b>Экспериментальная часть</b></p> <p>Разработка методики проведения эксперимента</p> <p>Создание экспериментальной установки</p> <p>Проведение эксперимента с наблюдателями</p> <p>Обработка и анализ результатов</p>	<p align="center">27.11.17– 01.12.17  11.12.17– 15.12.17  22.01.18– 21.03.18  26.03.18- 6.04.18</p>	<p align="center">10%  10%  20%  30%</p>
<b>III.</b>	<p align="center"><b>Публикации</b></p>		
<b>IV.</b>	<p align="center"><b>Оформление диссертации</b></p> <p>Написание и оформление диссертации</p>	<p align="center">9.04.18 – 27.06.18</p>	<p align="center">10%</p>

## 5. Рекомендуемая литература

1) Мешков В.В., Матвеев А.Б. «Основы светотехники». Ч.2 – М.: Энергоатомиздат, 1989 г. \_\_\_\_\_

2) Собчик Л.Н. «Модифицированный восьмицветовой тест Люшера. Практическое руководство.» - СПб., Изд-во «Речь», 2001 г. \_\_\_\_\_

3) Соснова Т.Л., Фрид Ю.В., Соколова Е.Г. «Цветовое оформление на железнодорожном транспорте» - М.: Транспорт, 1984 г. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 6. Краткие сведения о студенте:

Домашний адрес Москва, ул. Челябинская, д. 10, корп. 2, кв. 150

Телефон служебный \_\_\_\_\_ домашний 8-909-970-38-85

**Примечание:** задание брошюруется вместе с диссертацией и с отзывами руководителя и рецензентов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
Глава 1. Анализ литературных данных.....	10
1.1    Строение зрительной системы.....	10
1.2    Что такое цвет? .....	12
1.3    Цвет и цветовое зрение.....	15
1.4    Понятие цветовой гармонии. ....	19
1.5    Психофизиологическое влияние цвета на человека.....	29
1.6    Цветовая диагностика эмоционального состояния человека. ....	38
1.6.1 Регулирование эмоций при помощи одноцветных изображений. ...	38
1.6.2. Тест М. Люшера. ....	42
1.7    Равноконтрастные системы.....	47
1.8    Анализ существующих программ расчета и проектирования освещения.....	56
1.9    Постановка задачи.....	69
Глава 2. Установка .....	70
2.1.    Установка для проведения эксперимента.....	70
2.2.    Методика проведения эксперимента.....	73
Глава 3. Экспериментальная часть.....	74
3.1    Подготовка к эксперименту. ....	74
3.2    Результаты эксперимента.....	77
3.3    Анализ результатов. ....	111
3.4    Выводы по исследованию .....	125

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	129
Список используемых источников .....	132



## ВВЕДЕНИЕ

Цвет играет важную роль в жизни человека. Проблемами цвета занимается целый ряд наук и научных дисциплин, каждая из которых изучает цвет с интересующей ее стороны. Цвет – это не просто наше ощущение, это, в первую очередь, физическое явление. В физике цвет – это отражающаяся от предметов световая волна. Длина волны и определяет цвета, которые мы видим. Между естественнонаучным изучением цвета и художественным, эстетическим освоением его имеется существенное различие. Физик может определить качественные и количественные характеристики цвета через длину волны, но не может анализировать эстетическую природу цвета, не выходя за пределы своей науки. Красота цвета имеет специфическую общественную природу, приобретенную в процессе продолжительной практики эстетического освоения действительности.

Закономерности цветовых сочетаний есть не что иное, как создание человеком наиболее приятных ему сочетаний. Цветовая гармония представляет собой системы цветовых сочетаний, которые существуют в действительности и которые тот или иной человек воспринимает, обобщает и интерпретирует по-своему. В гармоничной цветовой гамме сбалансированы все три измерения: светлота, цветовой тон и насыщенность, а цвета обычно связаны, объединены по одному или нескольким параметрам. Большую часть информации мы получаем через наиболее важный орган нашего тела – глаз. Зрительные ощущения, напрямую связаны с цветами, которые окружают нас, а психологическое состояние с тем, каким образом наш мозг обрабатывает увиденную информацию. Поэтому правильный выбор цветов и сочетаний может настроить на тот или иной лад в жизни в целом, побудить в человеке ту или иную эмоцию, создать настроение. В данной работе я буду рассматривать цветовую гармонию и ее применение для оформления

псевдоцветов в программах расчета и проектирования ОУ. Мне представляются актуальными вопросы удобства восприятия полученных результатов и для светотехников, и для заказчиков проектов освещения.

## **Глава 1. Анализ литературных данных.**

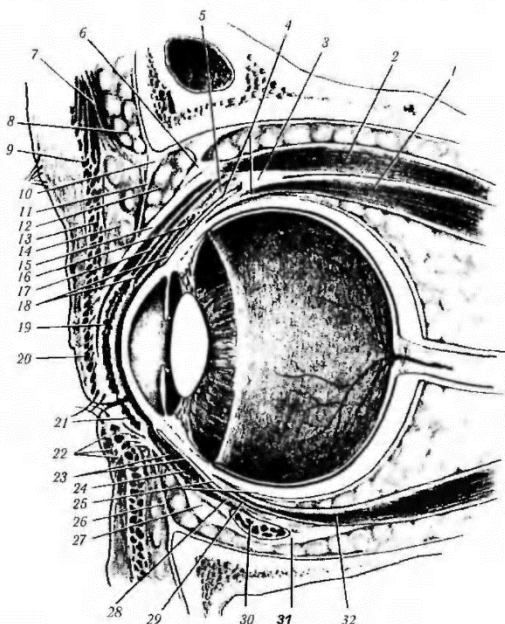
### **1.1 Строение зрительной системы.**

Человек с помощью глаз — органа зрения — различает цвет, форму, объем, отличительные черты окружающих его предметов; изучает растительный и животный мир; знакомится с художественными, архитектурными, скульптурными произведениями; радуется красоте природы.

Зрение имеет важное значение в трудовой деятельности человека. Благодаря ему человек обучается грамоте, рисованию и овладевает другими разнообразными трудовыми навыками, получает знания, профессию. Следовательно, благодаря зрению обогащается внутренний мир человека, углубляются его представления об окружающем его мире, о природе, об искусствах, развиваются его мыслительные, умственные способности, сознание.

Человеческий глаз — сложный оптический прибор, который располагается в выемке черепа — глазнице. Он состоит из глазного яблока, зрительного нерва и вспомогательных аппаратов (глазодвигательных мышц и их нервов, век и ресниц, слезных желез, кровеносных сосудов и других) (рис. 1). Глазное яблоко представлено внешней и внутренней частями. Внешняя часть состоит из трех оболочек: внешней — фиброзной, средней — сосудистой и внутренней — сетчатой. Внутренняя часть глазного яблока представлена внутриглазной жидкостью, хрусталиком и стекловидным

телом. Передняя часть фиброзной оболочки называется роговицей. Внутренняя оболочка глазного яблока — сетчатка, или сетчатая оболочка, — имеет особо важное значение, так как в ее задней части расположены рецепторы, воспринимающие свет и цвет. Эти рецепторы представлены особыми нервными клетками, имеющими форму палочек и колбочек.



1 — верхняя прямая мышца; 2 — леватор верхнего века; 3 — соединение верхней прямой мышцы с леватором; 4 — тенонова капсула; 5 — поддерживающая связка верхнего свода; 6 — связка Вителла; 7 — лобная мышца; 8 — жировая подушка брови; 9 — глазничная часть круговой мышцы глаза; 10 — краевая дуга; 11 — глазничная перегородка; 12 — преапоневротическая жировая подушка; 13 — пресептальная часть круговой мышцы глаза; 14 — пресептальная жировая подушка; 15 — апоневроз леватора верхнего века; 16 — верхняя часть свода конъюнктивы; 17 — мышца Мюллера; 18 — конъюнктив; 19 — «хрящевая» пластинка верхнего века; 20 — претарзальная часть круговой мышцы глаза; 21 — «хрящевая» пластинка нижнего века; 22 — мышечно-кожные включения «опускателя» нижнего века; 23 — конъюнктив; 24 — нижний конъюнктивальный свод; 25 — тенонова капсула; 26 — глазничная перегородка; 27 — связка Локвуда; 28 — нижняя прямая мышца; 29 — поддерживающая связка нижнего свода; 30 — нижняя косая мышца; 31 — капсуло-пальпебральная фасция; 32 — нижняя прямая мышца

Рис. 1. Строение человеческого глаза

В глазе здорового человека три типа колбочек (табл. 1), каждый из которых способен различать около 100 различных цветовых оттенков. [4] Однако восприятие цвета очень субъективно и индивидуально. Колбочки S-типа (с англ. Short-«короткий») чувствительны к фиолетово-синей, коротковолновой части видимого спектра; колбочки M-типа (с англ. Medium-«средний») отвечают за зелено-желтую (средневолновую), а колбочки L-типа (с англ. Long-«длинный») — за желто-красную (длинноволновую). [4] Обозначения  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\rho$  часто встречаются в медицинской литературе.

**Таблица 1.** Типы колбочек

Тип колбочек	обозначение	Воспринимаемые длины волн	Максимум чувствительности
S	$\beta$	400—500 нм	420—440 нм
M	$\gamma$	450—630 нм	534—555 нм
L	$\rho$	500—700 нм	564—580 нм

## 1.2 Что такое цвет?

Природа цвета может изучаться с разных позиций.

Физики исследуют энергию электромагнитных колебаний или сущность световых частиц, которые несут свет; возможности цветового феномена, в особенности, разложение белого цвета при его призматическом рассеивании; проблемы корпусного цвета. Они изучают смещение цветного света, спектры различных элементов, частоту колебаний и длину различных цветовых волн. Измерение и классификация цвета также принадлежат области физических исследований.

Химики изучают молекулярную конституцию цветных материалов или пигментов, проблемы их прочности и выцветания, растворители, связующие вещества и изготовление синтетических красителей. В настоящее время химия красок охватывает чрезвычайно широкую часть промышленных исследований и производства. [10]

Физиологи изучают различные действия света и цвета на наш зрительный аппарат — глаза и мозг, их анатомические связи и функции. При этом изучение вопросов приспособления зрения к свету и темноте, хроматического видения занимает весьма важное место. Кроме того, феномен остаточных изображений также относится к области физиологии. Психологи интересуются проблемами влияния цветового излучения на нашу психику и душевное состояние. Символика цвета, его субъективное

восприятие и различное к нему отношение являются важными, ключевыми темами психологов, так же, как и экспрессивное цветовое воздействие, обозначенное Гёте как его чувственно-нравственное проявление. [5]

Живописцы, которые хотели бы постичь эстетическую сторону воздействия цвета, также должны обладать знаниями в области физиологии и психологии цвета. Однако в искусстве существует и сугубо своя область цветового познания. Наибольшее значение для создания художественного образа имеют отношения между цветовой реальностью и цветовым воздействием, между тем, что воспринимается глазом, и тем, что возникает в сознании человека. Оптические, эмоциональные и духовные проявления цвета в искусстве живописи взаимосвязаны.

В 1676 году сэр Исаак Ньютон с помощью трехгранной призмы разложил белый солнечный свет на цветовой спектр. Подобный спектр содержал все цвета за исключением пурпурного. [3]

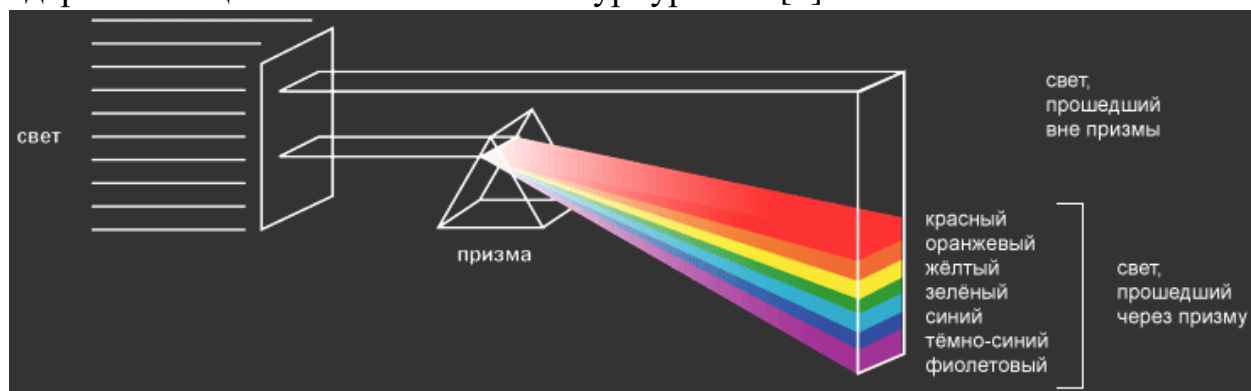


Рис. 2. Опыт И. Ньютона

Ньютон ставил свой опыт следующим образом (рис. 2) солнечный свет пропускаться через узкую щель и падал на призму. В призме луч белого цвета расслаивался на отдельные спектральные цвета. Разложенный таким образом он направлялся затем на экран, где возникало изображение спектра. Непрерывная цветная лента начиналась с красного цвета и через оранжевый, желтый, зеленый, синий кончалась фиолетовым. Если это изображение затем

пропускалось через собирающую линзу, то соединение всех цветов вновь давало белый цвет.

Эти цвета получаются из солнечного луча с помощью преломления. Существуют и другие физические пути образования цвета, например, связанные с процессами интерференции, дифракции, поляризации и флуоресценции.

Если мы разделим спектр на две части, например — на красно-оранжево-желтую и зелено-сине-фиолетовую, и соберем каждую из этих групп специальной линзой, то в результате получим два смешанных цвета, смесь которых в свою очередь также даст нам белый цвет. [1]

Два цвета, объединение которых дает белый цвет, называются дополнительными цветами. Если мы удалим из спектра один цвет, например, зеленый, и посредством линзы соберем оставшиеся цвета — красный, оранжевый, желтый, синий и фиолетовый, — то полученный нами смешанный цвет окажется красным, то есть цветом дополнительным по отношению к удаленному нами зеленому. Если мы удалим желтый цвет, то оставшиеся цвета — красный, оранжевый, зеленый, синий и фиолетовый — дадут нам фиолетовый цвет, то есть цвет, дополнительный к желтому. Каждый цвет является дополнительным по отношению к смеси всех остальных цветов спектра. [3]

В смешанном цвете мы не можем увидеть отдельные его составляющие. В этом отношении глаз отличается от музыкального уха, которое может выделить любой из звуков аккорда. Различные цвета создаются световыми волнами, которые представляют собой определенный род электромагнитной энергии.

### 1.3 Цвет и цветовое зрение.

Цветовое видение, возникающее в глазах и в сознании человека, обладает своим содержанием и смыслом. Однако глаза и мозг могут прийти к четкому различению цвета лишь с помощью сравнений и контрастов. Значение и ценность хроматического цвета могут быть определены лишь с помощью его отношения к какому-либо ахроматическому цвету — черному, белому или серому, или же по его отношению к одному или нескольким другим хроматическим цветам. [7]

Психофизиологическая реальность цвета и есть цветовое воздействие. Цвет как таковой и цветовое воздействие идентичны только при гармоничном созвучии. Во всех других случаях цвет мгновенно приобретает измененное, новое качество. Приведем здесь несколько примеров.

Известно, что белый квадрат на черном фоне будет казаться более крупным, чем черный квадрат такой же величины на белом фоне. Белый цвет излучается и выходит за свои пределы, в то время как черный ведет к сокращению размеров занимаемых им плоскостей.

Светло-серый квадрат кажется темным на белом фоне, но тот же светло-серый квадрат на черном воспринимается светлым. [6]

На рис. 3 (58) желтый квадрат дан на белом и на черном фоне. На белом фоне он кажется темнее, производя впечатление легкого нежного тепла. На черном же становится чрезвычайно светлым и приобретает холодный, агрессивный характер.

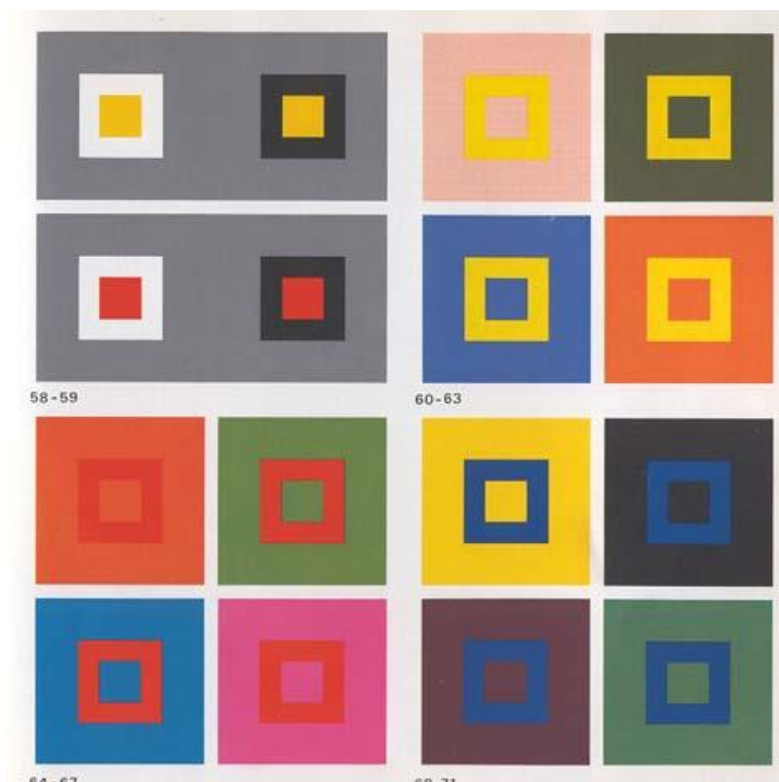


Рис. 3. Пример цветового контраста.

На рис.3 (59) красный квадрат изображен на белом и на черном фоне. На белом красный цвет кажется очень темным и ослабленным. Но на черном тот же красный становится светлым и интенсивным.

Если синий квадрат изобразить на белом и черном фоне, то на белом он будет выглядеть темным, глубоким цветом, а окружающий его белый станет даже более светлым, чем в случае с желтым квадратом. На черном же фоне синий цвет посветлеет и приобретет яркий, глубокий и светящийся тон.

Если серый квадрат изобразить на ледяном синем и на красно-оранжевом фоне, то на ледяном синем он станет красноватым, в то время как в окружении красно-оранжевого — синеватым. Разница становится весьма заметной, если эти композиции рассматривать одновременно.

Когда цвет и впечатление от него (его воздействие) не совпадают, цвет производит диссонирующее, подвижное, нереальное и мимолетное впечатление. Факт превращения материальной данности формы и цвета в



виртуальную вибрацию дает художнику возможность выразить то, чего нельзя передать словами. [6]

Но все выше написанное – носит сугубо описательный характер. Попробуем техническим языком объяснить данное явление. Одной из наиболее важных характеристик цветового зрения является порог цветоощущения — минимальный цветовой сдвиг (первое заметное отличие) между двумя цветами, чаще всего, с вероятностью 0,5. На восприятие цвета оказывает влияние яркость и цветовой контраст. Для цветоразличения имеет значение яркость окружающего фона. Черный фон усиливает ощущение яркости (или светлоту) цветных полей, но в то же время визуальное цвет несколько тускнеет. На цветовосприятие объектов существенно влияет также цветность окружающего фона. Фигуры одного и того же цвета на желтом и синем фоне выглядят по-разному (явление одновременного цветового контраста). Последовательный цветовой контраст проявляется в видении дополнительного цвета после воздействия на глаз основного. Например, после рассматривания зеленого абажура лампы белая бумага вначале кажется красноватой. При длительном воздействии цвета на глаз отмечается снижение цветовой чувствительности сетчатки (цветовое утомление) вплоть до такого состояния, когда два разных цвета воспринимаются как одинаковые. [5] Это явление наблюдается у лиц с нормальным цветовым зрением и является физиологическим, однако при поражении желтого пятна сетчатки, атрофии зрительного нерва явления цветового утомления наступают быстрее.

### **Современная теория цветового зрения**

Современные концепции цветового зрения представляют собой многостадийные теории, в соответствии с которыми цветовой анализ излучений осуществляется зрительной системой в несколько этапов или стадий. На 1-й — рецепторной — стадии кодируется (в соответствии с

трехкомпонентной теорией) число поглощенных каждым фоторецептором квантов энергии, на 2-й — подкорковой — устанавливаются оппонентные соотношения между кодами, на основании чего далее (на 3-й стадии) в корковых структурах зрительной системы определяются хроматические и ахроматические характеристики светового излучения.

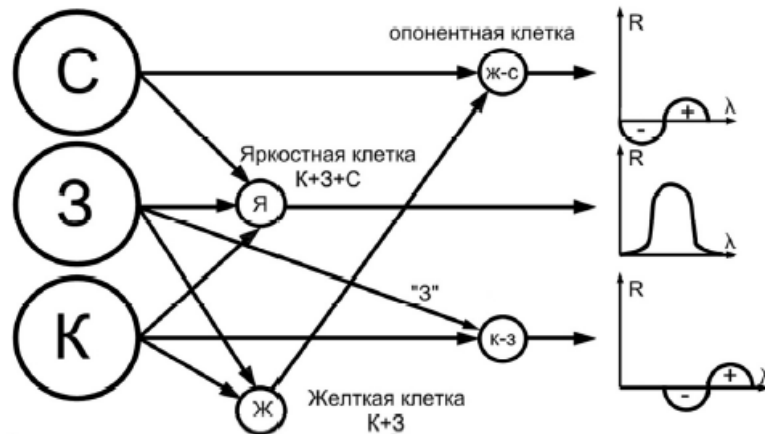


Рис. 4. Упрощенная схема преобразования информации в сетчатке

На рисунке (Рис. 4) представлена упрощенная схема преобразования информации в сетчатке по современным научным представлениям. На первом этапе кодирования в клетку Я поступают сигналы от всех трех типов колбочек, условно названных К, З и С. Эта клетка может быть названа «яркостной», так как, благодаря ей, в мозг поступает информация о яркости объекта или фона. Поэтому распределение реакции  $R$  от длины волны клетки Я соответствует  $V(\lambda)$  — относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения стандартного фотометрического наблюдателя МКО 1931 года. На этом же этапе информация от К и З колбочек поступает в клетку Ж, которая сыграет еще свою роль на втором этапе преобразования — когда на одну, так называемую, оппонентную клетку Ж-С поступают сигналы от Ж клетки и С колбочки, а на другую оппонентную К-З — от К и З колбочек. Когда в падающем на сетчатку световом потоке преобладает длинноволновая составляющая (желтая или красная часть света соответственно) реакция

оппонентных клеток выражается повышением потенциала, если преобладает коротковолновая составляющая (синяя или зеленая соответственно) — уменьшением потенциала. [8]

#### **1.4 Понятие цветовой гармонии.**

Когда люди говорят о цветовой гармонии, они оценивают впечатления от взаимодействия двух или более цветов. Живопись и наблюдения над субъективными цветовыми предпочтениями различных людей говорят о неоднозначных представлениях о гармонии и дисгармонии.

Понятие цветовой гармонии должно быть изъято из области субъективных чувств и перенесено в область объективных закономерностей.

Гармония — это равновесие, симметрия сил.

Изучение физиологической стороны цветового видения приближает нас к решению этой проблемы. Так, если некоторое время смотреть на зеленый квадрат, а потом закрыть глаза, то в глазах у нас возникнет красный квадрат. И наоборот, наблюдая красный квадрат, мы получим его «противоположность» — зеленый. Эти опыты можно производить со всеми цветами, и они подтверждают, что цветовой образ, возникающий в глазах, всегда основан на цвете, дополнительном к реально увиденному. Глаза требуют или порождают дополнительные цвета. И это есть естественная потребность достичь равновесия. Это явление можно назвать последовательным контрастом.

Другой опыт состоит в том, что на цветной квадрат мы накладываем близкий по светлоте серый квадрат меньшего размера. На желтом этот серый квадрат покажется нам светло-фиолетовым, на оранжевом — голубовато-серым, на красном — зеленовато-серым, на зеленом — красновато-серым, на синем — оранжево-серым и на фиолетовом — желтовато-серым. Каждый

цвет заставляет серый принять его дополнительный оттенок. Чистые цвета также имеют тенденцию окрашивать другие хроматические цвета в свой дополнительный цвет. Это явление называется симультанным контрастом.

Последовательный и симультанный контрасты указывают на то, что глаз получает удовлетворение и ощущение равновесия только на основе закона о дополнительных цветах. Рассмотрим это еще и, с другой стороны.

Физик Румфорд первым опубликовал в 1797 году в журнале «Никольсон» свою гипотезу о том, что цвета являются гармоничными в том случае, если их смесь дает белый цвет. Как физик он исходил из изучения спектральных цветов. Если изъять какой-либо спектральный цвет, предположим, красный, из цветового спектра, а остальные окрашенные световые лучи — желтый, оранжевый, фиолетовый, синий и зеленый — собрать с помощью линзы вместе, то сумма этих остаточных цветов будет зеленой, то есть мы получим цвет дополнительный к изъятому. По законам физики цвет, смешанный со своим дополнительным цветом, образует общую сумму всех цветов, то есть белый, а пигментная же смесь даст в этом случае серо-черный цвет.

Физиологу Эвальду Герингу принадлежит следующее замечание: «Среднему или нейтральному серому цвету соответствует то состояние оптической субстанции, в котором диссимиляция — расход сил, затраченных на восприятие цвета, и ассимиляция — их восстановление — уравновешены. Это значит, что средний серый цвет создает в глазах состояние равновесия».

Геринг доказал, что глазу и мозгу требуется средний серый, иначе, при его отсутствии, они теряют спокойствие. Если мы видим белый квадрат на черном фоне, а затем посмотрим в другую сторону, то в виде остаточного изображения увидим черный квадрат. Если мы будем смотреть на черный квадрат на белом фоне, то остаточным изображением окажется белый. Мы наблюдаем в глазах стремление к восстановлению состояния равновесия. Но

если мы будем смотреть на средне-серый квадрат на средне-сером фоне, то в глазах не появится никакого остаточного изображения, отличающегося от средне-серого цвета. Это означает, что средне-серый цвет соответствует состоянию равновесия, необходимому нашему зрению.

Процессы, идущие в зрительном восприятии, вызывают соответствующие психические ощущения. В этом случае гармония в нашем зрительном аппарате свидетельствует о психофизическом состоянии равновесия, в котором диссимилиация и ассимиляция зрительной субстанции одинаковы. Нейтральный серый соответствует этому состоянию. Можно получить один и тот же серый цвет из черного и белого или из двух дополнительных цветов в том случае, если в их состав входят три основных цвета — желтый, красный и синий в надлежащей пропорции. В частности, каждая пара дополнительных цветов включает в себя все три основных цвета (рис. 5):

красный — зеленый = красный — (желтый и синий);

синий — оранжевый = синий — (желтый и красный);

желтый — фиолетовый = желтый — (красный и синий).

Таким образом, можно сказать, что если группа из двух или более цветов содержит желтый, красный и синий в соответствующих пропорциях, то смесь этих цветов будет серой.

Желтый, красный и синий представляют собой общую цветовую суммарность. Глазу для его удовлетворения требуется эта общая цветовая связка, и только в этом случае восприятие цвета достигает гармоничного равновесия.

Два или более цвета являются гармоничными, если их смесь представляет собой нейтральный серый цвет.

Легко заметить, что большое значение имеет не только расположение цветов относительно друг друга, но и их количественное соотношение, как и степень их чистоты и светлоты.

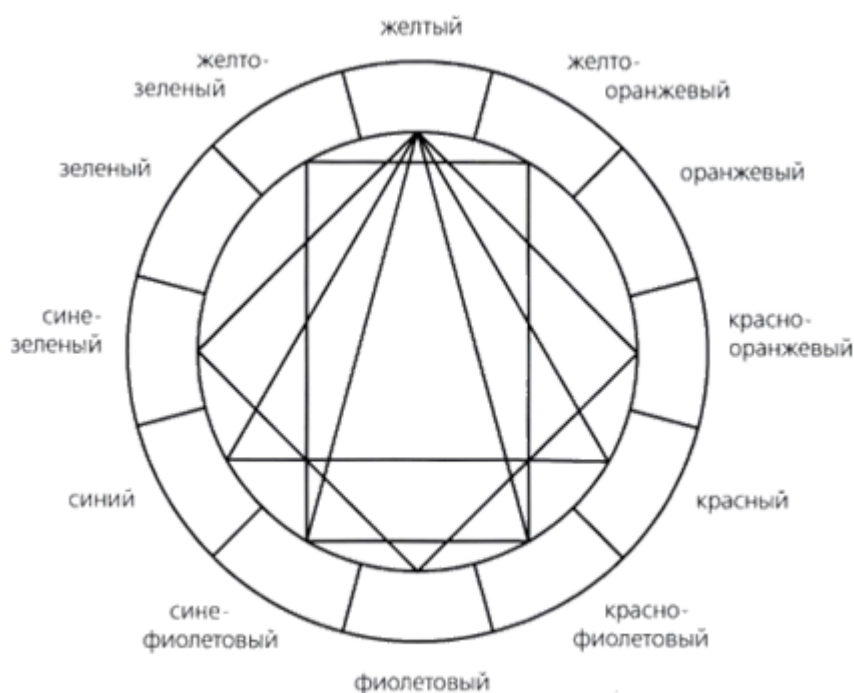


Рис. 2

Рис. 5. Двенадцатичастный цветовой круг

Основной принцип гармонии исходит из обусловленного физиологией закона дополнительных цветов. В своем труде о цвете Гёте писал о гармонии и целостности так: «Когда глаз созерцает цвет, он сразу приходит в активное состояние и по своей природе неизбежно и бессознательно тотчас же создает другой цвет, который в соединении с данным цветом заключает в себе весь цветовой круг [5]. Каждый отдельный цвет благодаря специфике восприятия заставляет глаз стремиться к всеобщности. И затем, для того чтобы добиться этого, глаз, в целях самоудовлетворения, ищет рядом с каждым цветом какое-либо бесцветно-пустое пространство, на которое он мог бы продуцировать недостающий цвет. В этом проявляется основное правило цветовой гармонии».

Вопросов цветовой гармонии касался также и теоретик цвета Вильгельм Оствальд. В своей книге об основах цвета он писал: «Опыт учит, что некоторые сочетания некоторых цветов приятны, другие неприятны или не вызывают эмоций. Возникает вопрос, что определяет это впечатление? На это можно ответить, что приятны те цвета, между которыми существует закономерная связь, то есть порядок. Сочетания цветов, впечатление от которых нам приятно, мы называем гармоничными. Так что основным закон можно бы было сформулировать так: Гармония = Порядок. [7]

Для того чтобы определить все возможные гармоничные сочетания, необходимо подыскать систему порядка, предусматривающую все их варианты. Чем этот порядок проще, тем более очевидной или само собой разумеющейся будет гармония. Мы нашли две системы, способные обеспечить этот порядок: цветовые круги, соединяющие цвета, равной степени насыщенности, — и треугольники для цветов, представляющих смеси того или иного цвета с белым или черным. Цветовые круги позволяют определить гармоничные сочетания различных цветов, треугольники — цветотональную гармонию». [7]

Когда Оствальд утверждает, что «...цвета, впечатление от которых нам приятно, мы называем гармоничными», то он высказывает чисто свое субъективное представление о гармонии. Но понятие цветовой гармонии должно быть перемещено из области субъективного отношения в область объективных законов.

Когда Оствальд говорит: «Гармония = Порядок», предлагая в качестве системы порядка цветовые круги для различных цветов одинаковой насыщенности и цветотональные треугольники, он не учитывает физиологических законов остаточного изображения и симультанности.

Чрезвычайно важной основой любой эстетической теории цвета является цветовой круг, поскольку он дает систему расположения цветов.

Так как художник-колорист работает с цветовыми пигментами, то и цветовой порядок круга должен быть построен согласно законам пигментных цветовых смесей. Это значит, что диаметрально противоположные цвета должны быть дополнительными, то есть дающими при смешивании серый цвет. Так, в цветовом круге Иттена синий цвет стоит против оранжевого, и смесь этих цветов дает нам серый цвет.

В то время как в цветовом круге Оствальда синий цвет расположен против желтого, и их пигментная смесь дает зеленый. Это основное различие в построении означает, что цветовой круг Оствальда не может быть использован ни в живописи, ни в прикладных искусствах.

Определением гармонии закладывается фундамент гармоничной цветовой композиции. Для последней весьма важно количественное отношение цветов. На основании светлоты основных цветов Гёте вывел следующую формулу их количественного соотношения [5]:

желтый: красный: синий = 3: 6: 8

Можно сделать общее заключение, что все пары дополнительных цветов, все сочетания трех цветов в двенадцатичастном цветовом круге, которые связаны друг с другом через равносторонние или равнобедренные треугольники, квадраты и прямоугольники, являются гармоничными.

Связь всех этих фигур в двенадцатичастном цветовом круге иллюстрирует рис.5. Желто-красно-синий образуют здесь основное гармоничное трезвучие. Если эти цвета в системе двенадцатичастного цветового круга соединить между собой, то мы получим равносторонний треугольник. В этом трезвучии каждый цвет представлен с предельной силой и интенсивностью, причем каждый из них выступает здесь в своих типично родовых качествах, то есть желтый действует на зрителя как желтый, красный — как красный и синий — как синий. Глаз не требует добавочных дополнительных цветов, а их смесь дает темный черно-серый цвет.



Желтый, красно-фиолетовый и сине-фиолетовый цвета объединяет фигура равнобедренного треугольника. Гармоничное созвучие желтого, красно-оранжевого, фиолетового и сине-зеленого объединены квадратом. Прямоугольник же дает «сгармонизованное» сочетание желто-оранжевого, красно-фиолетового, сине-фиолетового и желто-зеленого. [5]

Связка геометрических фигур, состоящая из равностороннего и равнобедренного треугольника, квадрата и прямоугольника, может быть размещена в любой точке цветового круга. Эти фигуры можно вращать в пределах круга, заменяя, таким образом, треугольник, состоящий из желтого, красного и синего, треугольником, объединяющим желто-оранжевый, красно-фиолетовый и сине-зеленый или красно-оранжевый, сине-фиолетовый и желто-зеленый. Тот же опыт можно провести и с другими геометрическими фигурами.

### **Исследование гармонии применения**

В рамках своей магистерской диссертации я изучаю цветовую гармонию применения, поэтому для начала выясним, что же это такое.

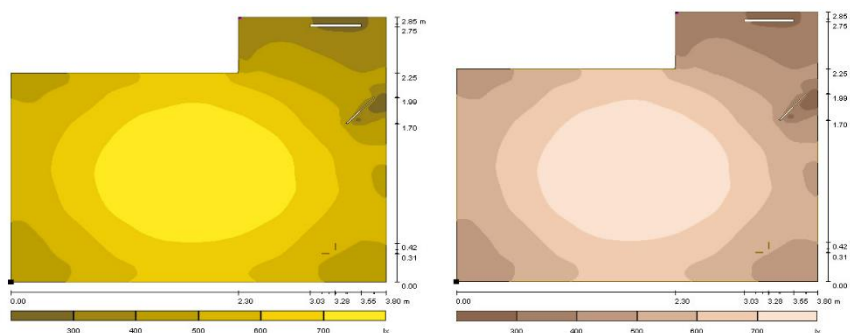
Понятие гармонии применения возникло на этапе проведения психофизических исследований. Часто, давая наблюдателям задание об оценке той иной задачи: будь то, оценка цветовой гармонии с точки зрения применения к отделке комнаты отдыха, или же цветовой гармонии в одежде – они столкнулись с непониманием и сложностью оценки, поставленной им задачи. Проводя оценку сочетаний цветов, они часто путались в предложенных оценках.

Под «цветовой гармонией применения» следует понимать следующее: цветовые сочетания называются гармоничными в пределах заданного применения, если они удовлетворяют эстетическим принципам наблюдателей, а также отвечают требованиям и условиям, поставленным выбранным применением. Условия и требования обязательно накладываются

применением. Так, например, выбрав в качестве применения цветное оформление спальни, мы накладываем условие на эмоции и впечатления, которые должны доставлять выбранные цвета. В спальне важно отсутствие суеты, спокойствие, тишина, умиротворение, дарящее ощущение отдыха. Данные условия отграничивают выбор цветов, диапазон насыщенностей и яркостей: исключают агрессивные красные, насыщенные и светлые голубые, желтые, розовые. Среди предпочтительных цветов возможны ахроматические и пастельные. [22]

Путь изучения цветовой гармонии имеет несколько особенностей: одно из них, конечно же, - многообразие возможных областей исследования (применения). Но, каждое отдельное применение накладывает свои рамки на выбор цветовой гаммы, ступеней насыщенности и яркости.

Одним из видов применения цветовой гармонии, которое изучалось на нашей кафедре, было «Исследования диаграмм цветности и яркости в псевдоцветах». [22] При данном применении работают принципы теневых рядов и убывающих последовательностей. Сочетания, гармоничные для этого применения являются однотонными (рис. 6). Возможно изучение влияние величины ступени насыщенности (насыщенности и светлоты) на цветовую гармонию, порядка расположения цветов и др.



**Рис. 6. Пример использования гармоничных цветов при оформлении псевдоцветов в программах расчета и проектирования освещения.**

Особенностями данного исследования могут служить [22]:

- ◆ Многообразие выбора применения
- ◆ Ограничение на цветовые характеристики образцов для сочетаний
- ◆ Узкоспециализированные результаты
- ◆ Объемный эксперимент, много наблюдателей.

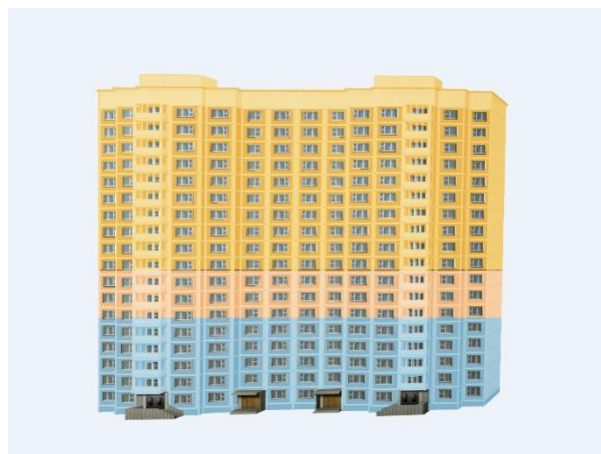
Несмотря на узкую специализацию экспериментов, они необходимы. Результаты таких исследований могут дать полезные рекомендации для разработчиков программ, а также специалистов в области проектирования и расчета искусственного и естественного освещения для более корректного отображения результатов расчета в программах расчета и проектирования осветительных установок.

Так же, важным изучением цветовой гармонии применения, на мой взгляд, является выпускная работа Ковенкова Р. В своей работе он проводил два вида экспериментов: на чистую гармонию, а затем через некоторое время с теми же наблюдателями аналогичный эксперимент, но на гармонию применения. Объектами применения он выбрал многоквартирное здание серии КОПЭ и модель вагона метрополитена серии «Русич». Эксперименты на чистую гармонию он провел на основе книги Матюшина М. В. «Справочник по цвету» (выбрал гармоничные цветовые сочетания), а гармонию применения (для двух объектов), на основе тех же выбранных сочетаний цветов из справочника. Далее он проанализировал и сравнил результаты экспериментов с целью понять, насколько существенны различия в двух экспериментах.

На рис. 7 и рис. 8 представлены самые гармоничные сочетания по результатам его работы при проведении эксперимента на гармонию применения.



а)



б)



в)



г)

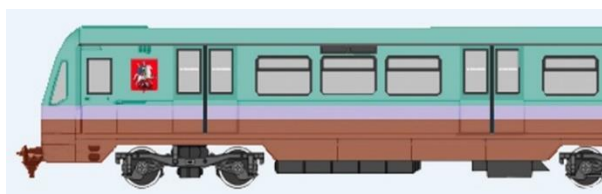
Рис. 7. Некоторые лучшие гармоничные сочетания в эксперименте на гармонию применения (эксперимент с многоэтажным зданием) [20]



а)



б)



в)

Рис. 8. Некоторые лучшие гармоничные сочетания в эксперименте на гармонию применения (эксперимент с вагоном) [20]

Вот некоторые выводы из работы Руслана:

- В процесс эксперимента и в результаты вносят вклад конкретные виды применения.
- По сравнению с экспериментом на чистую гармонию, скорость эксперимента на гармонию применения упала в 1,5 раза. Наблюдатель, в первую очередь, пытается вспомнить, видел ли он ранее данное сочетание цветов в жизни или нет.
- При проведении эксперимента на гармонию применения (здания + вагоны) уменьшаются изначальные оценки без цвета сцепления в среднем на 0,8 балла, относительно результатов на чистую гармонию

### **1.5 Психофизиологическое влияние цвета на человека.**

Поступление и переработка зрительной информации - необходимое условие сознательной деятельности человека и важнейшее звено психических процессов. Влияние цвета на особенности течения психических процессов заключается в психологическом воздействии его на человека. Из совокупности воздействий последних можно выделить две группы - физиологические и психологические.

Физиологическое воздействие цвета составляет первый или низший уровень влияния цвета, тогда как психологическое воздействие - второй, высший уровень его влияния. Если закономерности физиологического воздействия цвета можно считать примерно одинаковыми для всех людей, поскольку они определяются особенностями человеческого организма, то психологическое воздействие в принципе индивидуально. Однако, поскольку человек является продуктом общественного развития, в его психике проявляется также и психология общества. Последняя и позволяет выделить общие черты и закономерности психологического влияния цвета на человека.

Приходится отметить, что действительно научной, цельной и материалистической теории психологического воздействия цветов на человека пока еще нет. Ниже приводятся некоторые факторы психологического воздействия цвета на человека, нашедшие применение в практике цветового оформления объектов народного хозяйства.

Цвет способен вызывать различные чувства и переживания - радость, огорчение, бодрость, угнетение и др. Психологическое влияние цвета на человека раньше мало учитывалось, что способствовало быстрому распространению серого цвета для окраски производственных помещений и оборудования. М. Дерибере считает, что психологическое воздействие цвета складывается из постоянного общения человека с природой [1]. С цветом у человека связано ощущение холода и тепла, легкости и тяжести, динамики и покоя, простоты и стесненности. Многие полагают, что существует определенная взаимосвязь между цветом и другими ощущениями органов чувств человека. При восприятии цветов и их оттенков у людей часто возникают ассоциации с явлениями природы. Вообще ощущения и ассоциации, связанные с цветом, по-видимому, следует признать фундаментом психологического воздействия цветов.

Исследования показывают, что для отдельных цветов существуют некоторые ассоциации и представления, характерные для множества людей, по крайней мере, в исследованной части для большинства европейцев. Несмотря на то, что восприятие цвета человеком субъективно, анализ многочисленных исследований, проведенных в США, Англии, Франции, Чехословакии и других странах, показал, что один и тот же цвет и цветовые сочетания вызывают у различных людей близкие ассоциации и эмоции. Поэтому можно считать цветовое предпочтение и отдельные психологические характеристики цветов близкими к объективным показателям. Именно на эти характерные ассоциации и представления

рекомендуется ориентироваться в практической работе при цветовом оформлении.

В этом отношении характерно явление константности (постоянства) восприятия цвета [2]. Белая бумага, освещенная лампой накаливания, объективно физически становится не белой, а приобретает желтоватую окраску освещения. И тем не менее, мы воспринимаем ее белой. В этом проявляется влияние психики: по предыдущему опыту мы знаем, что бумага белая и воспринимаем ее такой при любом (в определенных пределах) освещении. То же самое происходит и при восприятии других цветов. Следовательно, психологическое воздействие цвета зависит не только от его физических характеристик, но и от настроенности человека в данный момент. Восприятие цвета, а, следовательно, и его воздействие - это сложный продукт взаимодействия объективных и субъективных факторов. С другой стороны, изменения физических параметров цвета могут по психологическим законам пройти незамеченными.

Рассматривая вопрос о постоянстве цветов предметов, мы можем сделать следующий вывод: в силу различных обстоятельств, связанных с восприятием, предметы сохраняют свой цвет как объективное качество в самых разнообразных условиях наблюдения и освещения. Мы свободно узнаем эти предметы, правильно познаем их цвет, несмотря на существенные изменения в световых потоках, отраженных или действующих на наш глаз. Здесь проявляется ведущая роль предметно-смыслового содержания в восприятии человека, его практической деятельности, формировании образов, предметов.

И физиологически, и психологически "теплые" и "холодные" цвета действуют противоположно и ассоциируются с противоположными понятиями: тепло и холод, сухость и влажность, огонь и вода и т. д. Можно предполагать, что восприятие холодных цветов чаще связано с

отрицательным эмоциональным тоном ощущений, а восприятие теплых - с положительным. Однако указанная связь может и изменяться: в жаркую погоду, например, холодные цвета вызывают определенные положительные эмоции. Следовательно, тепловые ощущения сильно меняются в зависимости от цветовой среды. Цветовое оформление среды особенно сильно воздействует на человека путем изменения чувства тепла или холода, причем это возникает только психологически без всякого действительно теплового изменения. Так, Дерибере описывает случаи, когда рабочие жаловались на холод в цехах, окрашенных в белые, голубые и зеленые тона [1]. Недовольство уменьшалось после перекраски цехов в желто-красные, розовые или светло-оранжевые тона.

Исследования показывают, что в комнате, окрашенной в сине-зеленый или синий цвет, кажется холоднее на 3 - 4° С, чем в комнате с такой же температурой, но окрашенной в оранжевый цвет или цвет охры. Теплые цвета называются также еще активными. Они всегда доминируют над пассивными холодными, так как возбуждающее действие первых значительно превышает действие вторых. Они гораздо быстрее замечаются и дольше сохраняются в памяти. Красный цвет не так часто встречается в природе, а если встречается, то в очень небольших количествах, в то время как зеленый мы наблюдаем постоянно.

Совершенно понятно также деление цветов на светлые и темные с соответствующими ассоциациями и воздействием на психику. Темные цвета при их преобладании в поле зрения действуют на психику преимущественно угнетающе, светлые оказывают стимулирующее воздействие, хотя в отдельных случаях могут возникнуть и противоположные ассоциации. Светлые тона применяются в верхней, а не в нижней части помещений, где уместны более темные тона. Если в комнате потолок окрашен в красно-оранжевый (коричневый) цвет, то он подчеркивает, что мы отгорожены



поверхностью потолка от окружающего пространства. Светло-желтый пол создает впечатление желтого песчаного берега. Пол, окрашенный в голубой цвет, напоминает лед или воду. Таким образом, окраска помещений в те или иные цвета определенным образом действует на человека (табл. 2) [3].

**Таблица 2.** Воздействие цвета на человека в зависимости от расположения в пространстве

Цвет	Воздействие цвета на человека при расположении его		
	вверху	на боковых поверхностях	внизу
Оранжевый	Предупреждает, концентрирует внимание	Согревает, приближает	Обжигает
Красно-оранжевый	Прикрывает, придавливает, отяжеляет	Производит впечатление землистости, вещественности	Вселяет уверенность
Голубой	Создает впечатление легкости, дружелюбности	Охлаждает, отчуждает	Создает неудобство для хождения
Желтый	Облегчает, веселит	Возбуждает	Приподнимает

При восприятии голубоватых цветов и светлых оттенков у людей возникают ассоциации с небом или движением "вверх", тогда как темные оттенки, а также зеленые и красно-оранжевые цвета, напротив, ассоциируются с землей или движением "вниз".

Кроме ассоциации со светлотой или темнотой, здесь играет роль и понятие тяжести: темные землистые цвета ассоциируются с большей тяжестью, чем светлые (рис. 9). Естественно, что тяжелые цвета при их расположении над зрителем обычно действуют на его психику в направлении отрицательной эмоциональности. При расположении же снизу эти цвета дают ощущение твердости, устойчивости, уверенности и т. д. [6]. Те же цвета при том же положении могут действовать и иначе; темные потолки в ресторане, например, способствуют впечатлению интимности и уюта, а светлые могут создать впечатление излишней парадности.

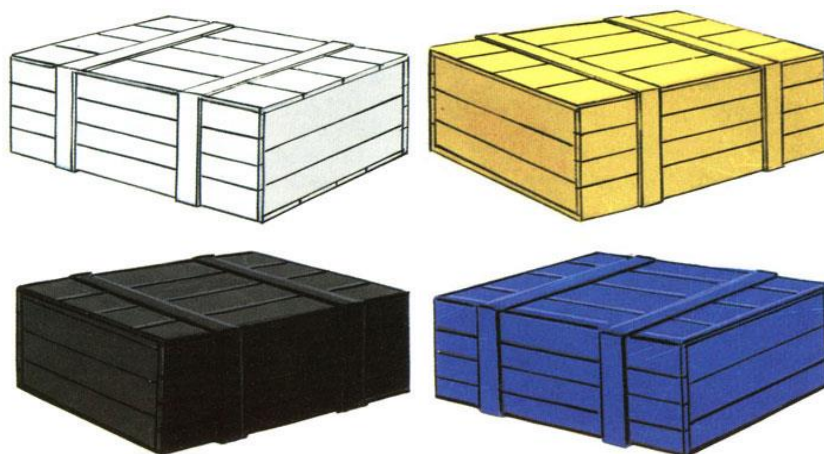


Рис. 9. Пример тяжелых и легких цветов

Следовательно, действие цвета может усиливать ощущение тяжести и легкости. Так, ящики, окрашенные в белый (серый) или желтый цвет (рис. 9), кажутся "легче" ящиков, окрашенных в черный или темно-синий. Очень большие и темные объекты вызывают ассоциацию с чем-то "тяжелым", маленькие и светлоокрашенные объекты, напротив, ассоциируются с чем-то легким и невесомым. Большие тяжелые объекты привычно видеть внизу, а маленькие легкие - наверху. Интересно также отметить, что окрашенный предмет тяжелее, чем его контур (рис. 10). Полюс тяжести цветового круга находится в фиолетовом цвете, полюс легкости в лимонно-желтом (рис. 11).

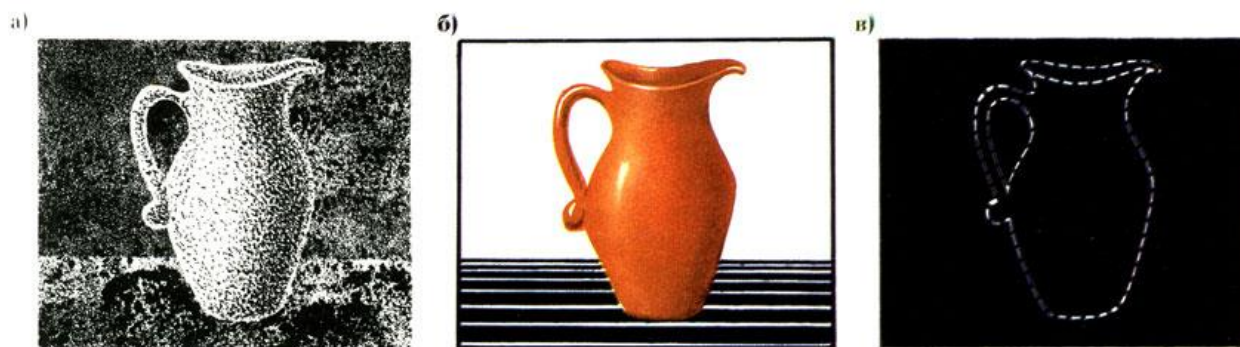


Рис. 10. Пример «утяжеления» цвета

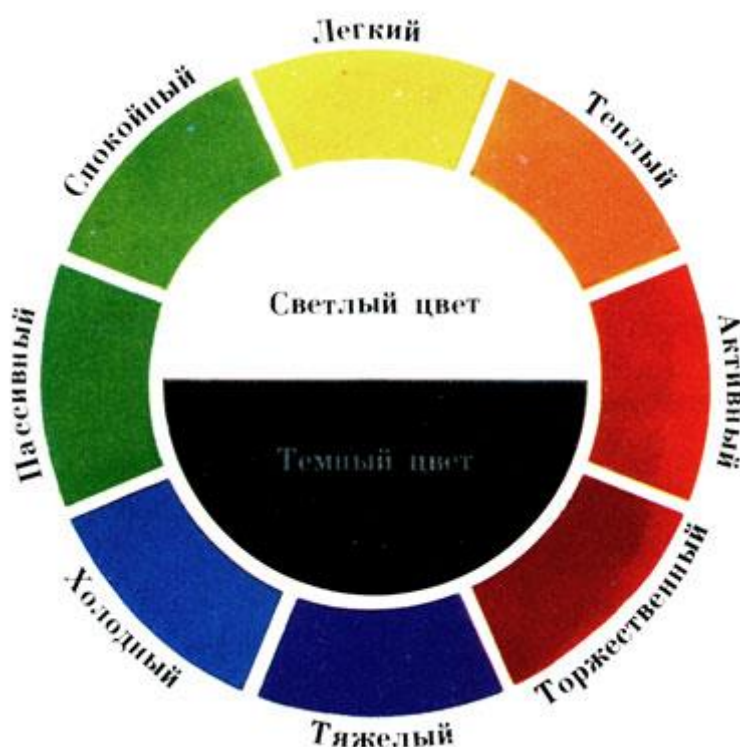


Рис. 11. Классификация тяжелых и легких цветов

На восприятии цвета также сказываются и некоторые особенности зрения: в обычных условиях желтые цвета фокусируются точно на поверхности сетчатки, цвета красного участка спектра - перед сетчаткой, а цвета фиолетового - за ней. В этом одна из причин того, что холодные цвета кажутся удаляющимися (отступающими) от зрителя, т. е. кажутся дальше своего фактического местоположения, а теплые – приближающимися (выступающими) к нему. Теплые и холодные цвета равной насыщенности, положенные на одну плоскость, воспринимаются лежащими как бы в разных плоскостях.

Эффект "удаления" или "приближения" различен для разных цветов и вообще незначителен. Для наиболее "выступающего" красного цвета он составляет около 4% среднего расстояния от наблюдателя до расстояния видимости белого цвета. [6] Для желтого этот эффект равен нулю, зеленый и зелено-голубой цвета также почти нейтральны в этом отношении. В

реальных условиях возможны отклонения от указанного в зависимости от пространственных характеристик интерьера и освещения.

Под влиянием светлотного контраста могут возникать иллюзии при определении истинных размеров окрашенных пятен. Происходит это из-за явления иррадиации, сущность которого состоит в том, что лучи, падающие на центр хрусталика глаза и на его периферию, преломляются неодинаково. Отсюда некоторая размытость контура пятна на сетчатке, светорассеяние вокруг границ светлого пятна. В итоге поверхность, окрашенная в светлый цвет и помещенная на темный фон, воспринимается большей по площади, нежели темная поверхность тех же размеров, но на светлом фоне.

В литературе можно встретить мнение, что каждый монохромный цвет вызывает определенные ассоциации с психологическим состоянием организма (см. рис. 12). Такое мнение было еще высказано великим немецким поэтом, мыслителем и естествоиспытателем И. В. Гете [5]. Ниже приведены его несколько усовершенствованные впоследствии данные. Следует отметить, что эти ассоциации воспринимаются индивидуально и поэтому они далеко не бесспорны.

Красный - возбуждающий, живой, горящий, ассоциируется с огнем, опасностью.

Оранжевый - празднично-радостный, согревающий, ассоциируется с солнцем, блеском.

Светло-коричневый - теплый, сухой, земной.

Темно-коричневый – «по-земному» твердый, постоянный, ассоциируется со скрытностью, молчаливостью, сдержанностью.

Желтый - стимулирующий, легкий, общительный.

Желто-зеленый - жизнерадостно-свободный, символ ясности духа и скромности.

Светло-зеленый - нежный, кроткий, ассоциируется с цветением.

Темно-зеленый - цвет природы, естественный, облегчающий, надежный, ассоциируется с безопасностью, материнством.

Яркий зеленый - естественный, но назойливый и требовательный, ассоциации с прохладой, сыростью, покоем.

Зелено-голубой - далекий, отвлеченный, ассоциируется с водой, льдом, холодом, скользкостью.

Голубой - ассоциируется с небесным простором, ясностью и тишиной.

Синий - углубленный и сдержанный.

Светло-фиолетовый - болезненный, заколдовывающий, тяжелый, ассоциируется с меланхолией.

Фиолетовый - беспокойный и отягощающий.

Пурпурно-фиолетовый темный - роскошный, возвышающий.

Пурпурно-фиолетовый светлый - нежный, бессильный, удаляющийся.

Пурпурно-красный - сильный, могущественный, крепкий, ассоциации с кровью, силой, могуществом.

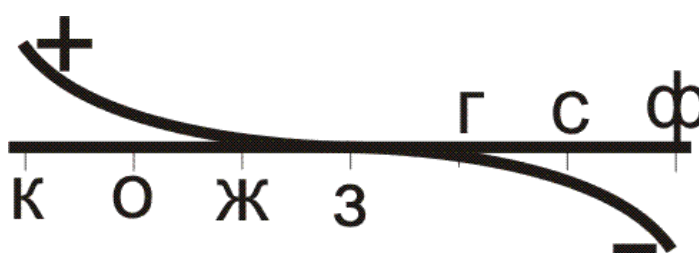


Рис. 12. Ассоциативный ряд цветов

Пояснения к рисунку:

+ тонизирующее воздействие

- успокаивающее.

Зеленый, как видно из рис. 12, занимает самое нейтральное положение.

Фиолетовый цвет, на самом деле, должен находиться как бы в стороне, т.к. он имеет угнетающее воздействие, а не успокаивающее как у синего или голубого. [6]

## **1.6 Цветовая диагностика эмоционального состояния человека.**

Одним из наиболее важных и мне интересных факторов восприятия цветовой гармонии является хорошее эмоциональное самочувствие наблюдателя – отсутствие усталости, депрессии, раздражительности. Радость, готовность к творческой работе, заинтересованность в ней должны быть основополагающими факторами для исследования цветовой гармонии с этой точки зрения.

Одним из видов исследования в этой области является прохождение психологических экспресс-тестов для определения психоэмоционального состояния человека.

### **1.6.1 Регулирование эмоций при помощи одноцветных изображений.**

В настоящее время большое внимание уделяется эмоциональному состоянию пожилых людей. Известно, что качество жизни пожилых людей зависит от их эмоциональной интерпретации повседневных фактов и событий. Некоторыми другими важными аспектами хорошего состояния являются повседневные социальные, физические, умственные и финансовые аспекты. Несмотря на то, что на качество жизни могут отрицательно влиять некоторые факторы, такие как: чувство одиночества, плохое общее состояние здоровья, невозможность ухаживать за собой самому и беспокойство о финансовых ресурсах, пожилые люди демонстрируют высокие возможности регулирования эмоций.[23] Результаты данного эксперимента показывают, что цвет является важным параметром, который влияет на их эмоциональное

состояние. Также важно отметить, что такие характеристики цвета как насыщенность, цветовой тон и светлота вызывают реакцию человека в виде эмоций на тот или иной цвет. На самом деле доказано, что палитра хроматических цветов содержит цвета, которые воздействуют на эмоции, в отличие от ахроматической палитры. Доминирующее влияние на цветовые пары, которые вызывают эмоции, оказывают такие характеристики цвета, как светлота и насыщенность, а цветовой тон наоборот – не влияет на эмоциональное состояние участников эксперимента. [23]

Методика проведения экспериментов была следующая (она включает в себя несколько тестов, которые необходимо пройти наблюдателю):

1. Тест по выявлению его личностных качеств (характеристик личности)
2. Тест по оценке его эмоционального состояния (их может быть несколько, тест PANAS и тест NEO-FFI)
3. И цветовой тест (или тест по цветовому эмоциональному регулированию)

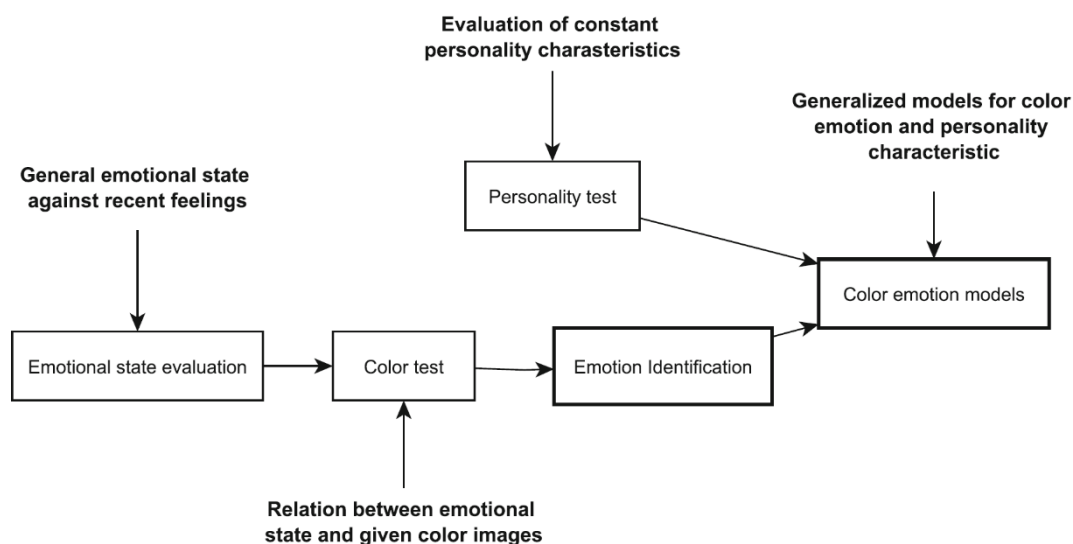
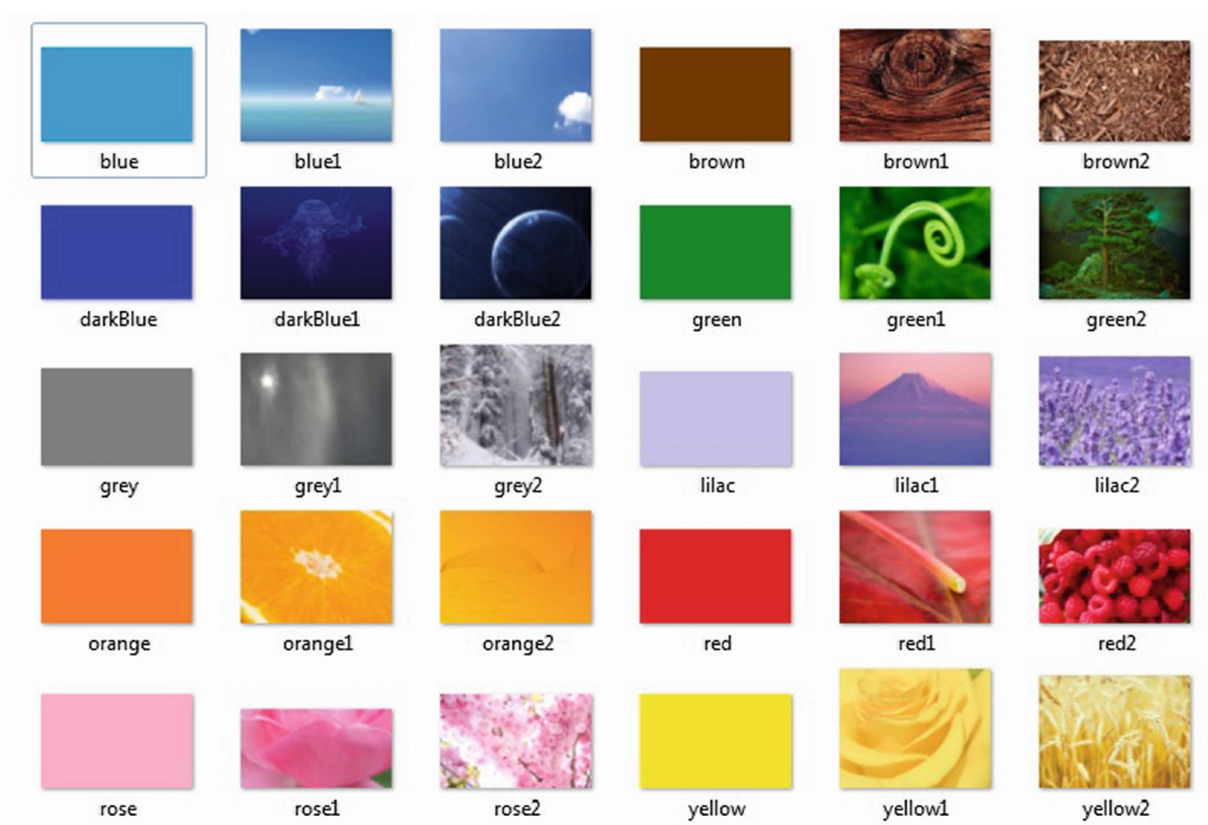


Рис. 13. Методика проведения эксперимента [23]

Эксперимент проводится с наблюдателями в возрасте от 65 до 75 лет, в количестве 10 человек (кол-во мужчин и женщин одинаковое), в комнате с белыми стенами, где есть доступ к компьютеру.

В цветовом тесте наблюдателю представлено 10 цветов, причем набор этих изображений подобран таким образом, чтобы каждый из них состоял из 3х изображений, где одно изображение – это один из 10 цветов (синий, либо коричневый, либо зеленый и т.д.), а два других изображения – это пейзажи или изображения с природой с заметным преобладанием данного цвета. После окна с каким-либо цветом появляется окно с шкалой по оценке эмоционального состояния. Наблюдателю таким образом необходимо оценить свое эмоциональное состояние от воздействия того или иного цвета.





Choose the value that best describes the impact of this colour on your emotion state

**Joy**

0 1 2 3 4 5 6 7 8

Not at all/ None      Somewhat/ some      Extremely/ a great deal

**Fear**

0 1 2 3 4 5 6 7 8

Not at all/ None      Somewhat/ some      Extremely/ a great deal

**Sadness**

0 1 2 3 4 5 6 7 8

Not at all/ None      Somewhat/ some      Extremely/ a great deal

Direct emotion evaluation with self-report emotion rating

Next

Рис. 14. Цветовые изображения, используемые в тесте и шкала по оценке эмоционального состояния. [23]

Продолжительность всего эксперимента варьируется от 30 до 60 минут.

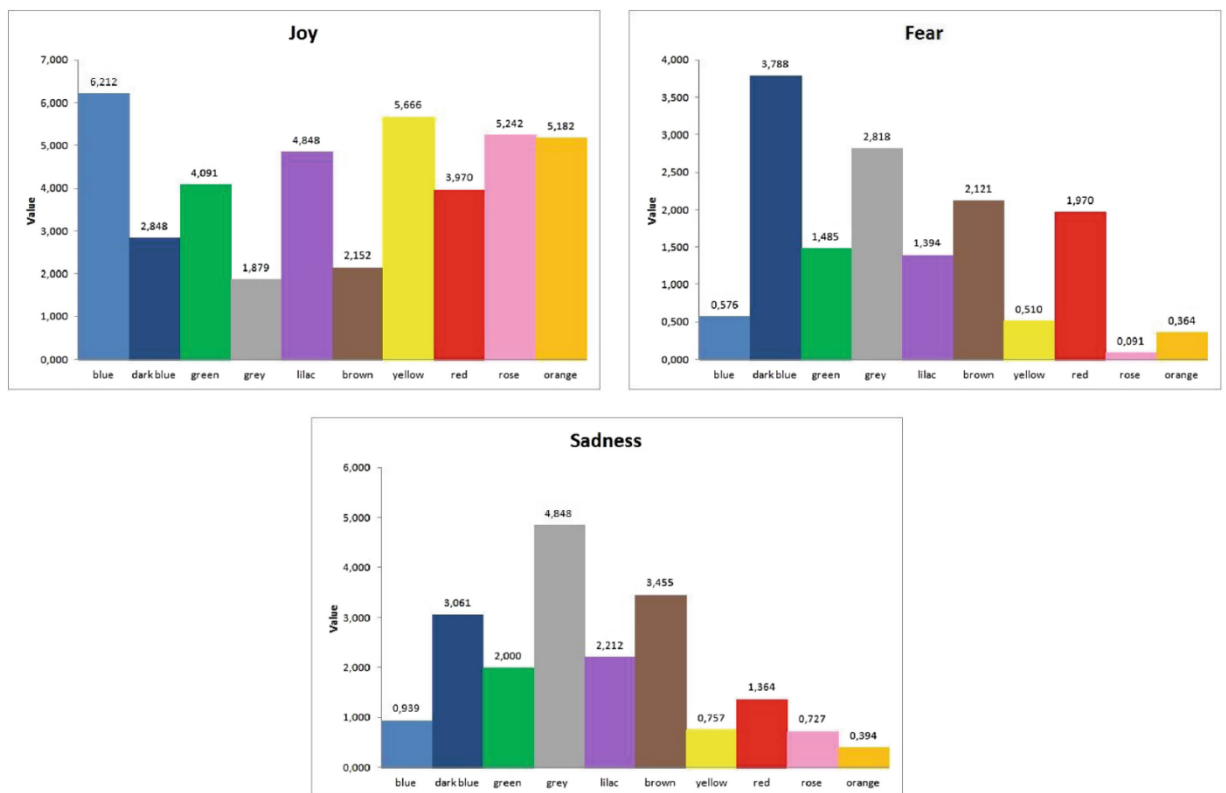


Рис. 15. Результаты проведенного эксперимента

Результаты проведенного эксперимента представлены на рис. 15. Большая часть участников отмечают чувство «Радости» после просмотра изображений синего, розового, желтого и оранжевого цветов. Чувство

«Страха» испытывают от просмотра темно-синих изображений и чувство «Печали» от просмотра изображений серого цвета. Синий цвет (отмеченный как самый приятный, занимает первое место на шкале «Радость», так же как и теплые цвета). На шкале «Радости» представлено множество цветов (и холодные и теплые), в то время как на шкалах «Печаль» и «Страх» в основном преобладают холодные цвета и немного теплых (которые имеют низкие оценки). [23]

### **1.6.2. Тест М. Люшера.**

Широкое распространение получил, так называемый, цветовой тест М. Люшера. Он основан на том, что цветовые предпочтения могут свидетельствовать (с известной степенью вероятности) о личных качествах человека и об его эмоциональном состоянии. В настоящее время существует два варианта теста: краткий и полный. Краткий вариант ЦТЛ представляет из себя набор (таблицу) 8-ми цветов: — серого (условный номер — 0), темно-синего (1), сине-зеленого (2), красно-желтого (3), желто-красного (4), красно-синего или фиолетового (5), коричневого (6) и черного (7). Лаконичность и удобство применения восьмицветового ряда является большим преимуществом по сравнению с полным вариантом.

Процедура обследования протекает следующим образом: испытуемому предлагается выбрать из разложенных перед ним таблиц самый приятный цвет, не соотнося его ни с любимым цветом одежды, ни с предпочитаемым тоном обивки мебели, а только сообразуясь с тем, насколько этот цвет предпочитаем в сравнении с другими при данном выборе и в данный момент. Раскладывая перед обследуемым человеком цветовые эталоны, следует использовать нейтральный фон. Освещение должно быть равномерным, достаточно ярким (лучше проводить исследование при дневном освещении).

Выбранный эталон убирается со стола или переворачивается лицом вниз. При этом психолог записывает номер каждого выбранного цветового эталона. Запись идет слева направо. Номера, присвоенные цветовым эталонам, таковы:

Таблица 3. Номера цветовых эталонов.

темно-синий	-1,
сине-зеленый	-2,
оранжево-красный	-3,
Желтый	-4,
Розовый	-5,
Коричневый	-6,
Черный	-7,
Серый	-0.

Каждый раз испытуемому следует предложить выбрать наиболее приятный цвет из оставшихся, пока все цвета не будут отобраны. Через две— пять минут, предварительно перемешав их, цветовые таблицы нужно снова разложить перед испытуемым в другом порядке и полностью повторить процедуру выбора, сказав при этом, что исследование не направлено на изучение памяти и что он волен выбирать заново нравящиеся ему цвета так, как ему это будет угодно. [9]

Важно отметить, что М. Люшер допускает интерпретацию данных тестирования и на основании однократного выбора. Функция цвета, отражающая субъективное отношение испытуемого к выбранным цветам, определяется и кодируется согласно правилам М. Люшера следующим образом: «явное предпочтение» обозначается знаком «+», который

присваивается первым двум предпочитаемым цветам. Из них цвет, стоящий на первой позиции, определяет «основной способ действия», а тот, что расположился на второй, — «цель», к которой стремится испытуемый. Просто «предпочтение» (3-я и 4-я позиции) отмечается знаком «X» и указывает на «истинное положение вещей» (ситуацию) и «образ действия», вытекающий из данной ситуации. «Безразличие» (5-я и 6-я позиции) обозначается знаком «=» и указывает на не востребуемые в данный момент резервы, индифферентную зону, бездействующие свойства личности. «Неприятие» (антипатия) — 7-я и 8-я позиции, им присваивается знак «—», их функциональное значение — «подавленные потребности». Таков классический подход к интерпретации цветового ряда по Люшеру. [10] Немного непонятно, что именно подразумевает автор при интерпретации функциональных пар, но на мой взгляд при объяснении первой пары он имеет в виду, что цвета, расположенные на 1й и 2й позиции, определяют жизненную цель человека и основной способ действия для ее достижения, при интерпретации второй пары — цвета, стоящие на 3й и 4й позиции, определяют некую жизненную ситуацию у человека и то, как он действует исходя из нее. Также при интерпретации третьей и четвертой пар, по моему мнению, автор подразумевает не востребуемые и подавляющие в себе свойства личности и те человеческие потребности, которые тестируемый в себе скрывает на данный момент времени.

Цвета разделяются на основные (1 — темно-синий, 2 — сине-зеленый, 3 — оранжево-красный и 4 — светло-желтый) и дополнительные, среди которых 7 (черный) и 0 (серый) — ахроматические, а 5 (фиолетовый) и 6 (коричневый) — смешанные.

Попробуем разобраться с техникой разбиения на функциональные пары. Группировка, на основании которой сочетаниям цветов дается определенная интерпретация в зависимости от их позиции, совершенно проста, если выбор

один. В этом случае первые две позиции получают обозначение «+», две последующие — «X», две, следующие за ними — «=» и двум последним придается знак «—». Например, выбор 31542607 после группировки выглядит следующим образом:

+3+1,	X5X4,	=2=6,	-0-7	или			
3	1	5	4	2	6	0	7
+	+	X	X	=	=	-	-

**Рис. 16. Пример разбиения на функциональные пары.**

После проведенной группировки интерпретация проводится согласно трактовке функциональных пар, где различные сочетания цветовых таблиц истолковываются в зависимости от их функционального значения, т. е. присвоенных им в процессе группировки знаков. Интерпретация функциональных пар в данном руководстве в адаптированном виде изложена в «Приложении». [9]

Полный вариант ЦТЛ — «Клинический цветовой тест» состоит из 7-ми цветовых таблиц:

1. «серого цвета»
2. «8-ми цветов»
3. «4-х основных цветов»
4. «синего цвета»
5. «зеленого цвета»
6. «красного цвета»
7. «желтого цвета»

В таблицу «серого цвета» входят — средне серый (0; он аналогичен серому из 8-ми цветовой таблицы), темно-серый (1), черный (2; аналогичен 7 из таблицы 8-ми цветов), светло-серый (3) и белый (4).

Таблица 2 полного варианта аналогична 8-ми цветовой таблице краткого варианта теста Люшера.

*Таблица 3:* темно-синий (I1), сине-зеленый (D2), красно-желтый (O3) и желто-красный (P4). Каждый цвет представлен в таблице по 3 раза (как и цвета последующих таблиц) с целью по парного сравнения цветов испытуемыми. Цвета аналогичны 4-м «основным» тонам таблицы 2.

*Таблица 4:* темно-синий (I1), зелено-синий (D2), сине-красный (O3), голубой (P4). В этой таблице темно-синий цвет (I1), аналогичен темно-синему в таблицах 2 и 3. Использование одного и того же цвета («основного») в нескольких таблицах ЦТЛ позволяет, с точки зрения Люшера, более глубоко изучить отношение к нему испытуемого.

*Таблица 5:* коричнево-зеленый (I1), сине-зеленый (D2), зеленый (O3) и желто-зеленый (P4). Здесь, в третий раз присутствует сине-зеленый (D2).

*Таблица 6:* коричневый (I1), красно-коричневый (D2), красно-желтый (O3), оранжевый (P4). Первый из этих цветов аналогичен 6 из таблицы 2, а красно-желтый (O3) появляется в 3-й раз.

*Таблица 7:* светло-коричневый (I1), зелено-желтый (D2), оранжевый с большей долей красного (O3) и желто-красный (P4). В последней таблице ЦТЛ в третий раз повторяется желто-красный цвет (P4).

Цвета ЦТЛ, начиная с *таблицы 4*, относятся к определенным «цветовым колонкам». Их четыре — по числу «основных» цветов. В «синюю» колонку (I1) входят цвета, обозначенные I1, в «зеленую» (D2) — D2; «красную» (O3) — O3; «желтую» (P4) — P4. [8]

Суть этого тестирования состоит в простом упорядочении цветов испытуемым по степени их приятности. В инструкции к этому тесту просят отвлекаться от ассоциаций, связанных с модой, традициями, общепринятыми вкусами и постараться выбирать цвета, исходя из своих личных предпочтений. Тестирование необходимо проводить при естественном

освещении, без воздействия прямых солнечных лучей на экспериментальный материал.

Что касается достоинств и недостатков ЦТЛ, то к ним следует отнести следующие:

Т.к. выбор цветов основан на бессознательных процессах, это указывает на то, каков человек на самом деле, а не на то, каким он себя хочет видеть и каким он себя представляет.

### **1.7 Равноконтрастные системы.**

В цветоведении для правильного описания и расчёта параметров восприятия используют, так называемые равноконтрастные системы. Создание равноконтрастных систем было определено зрительным ощущением – величиной порога цветоразличения. Цветовой контраст – это число порогов цветоразличения между двумя рассматриваемыми цветами. С 1960 г. МКО начала последовательно вводить ряд равноконтрастных систем и их модификаций. Впервые пороги цветоразличения были определены Д. Джаддом, который нашел их расположение на диаграмме цветности МКО ху (рис. 18). Джадд установил, что точки цветов, минимально отличимые от данного цвета, образуют эллипсы на этой диаграмме. Такие эллипсы были названы пороговыми. Размеры эллипсов цветовых порогов и их ориентация на диаграмме цветности ху, как показал Джадд, различны для разных цветов. Джадд показал, что точки цветов А, В, С, D, Е, F, G, Н, J, минимально отличимых от данного Ц, расположены по эллипсу (рис. 17). Точка данного цвета (т. е. исходная) находится в пересечении его осей.

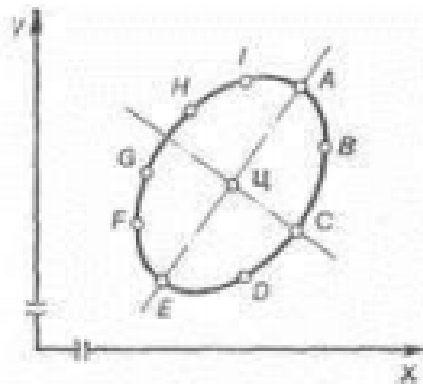


Рис. 17. Схема порогового эллипса

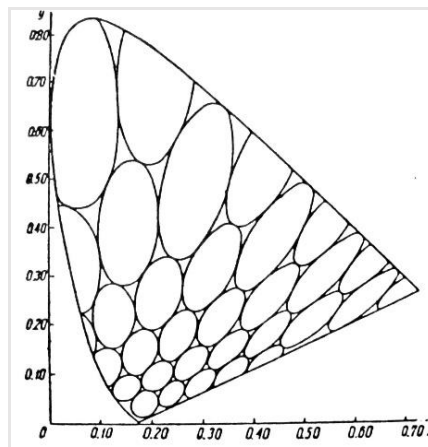


Рис. 18. Диаграмма Дина Джадда

Оказалось, что в различных областях диаграммы цветности  $xu$  цветовые пороги представляются отрезками разной длины. Кроме того, пути перехода от одной цветности к другой не являются прямолинейными. В результате этого в области сине-фиолетовых цветов число различных цветностей, приходящихся на единицу площади диаграммы, оказалось в несколько сот раз больше, чем в области зеленых цветов. Такая неоднородность расположения цветностей на диаграмме объясняется ещё и тем, что наше зрение воспринимает изменение координат цветности  $xu$  не по линейному закону.

Д. Мак-Адам, проведя тщательные исследования, уточнил размеры и положение пороговых эллипсов (рис. 19). Его данные легли в основу современных представлений о порогах цветоразличения.



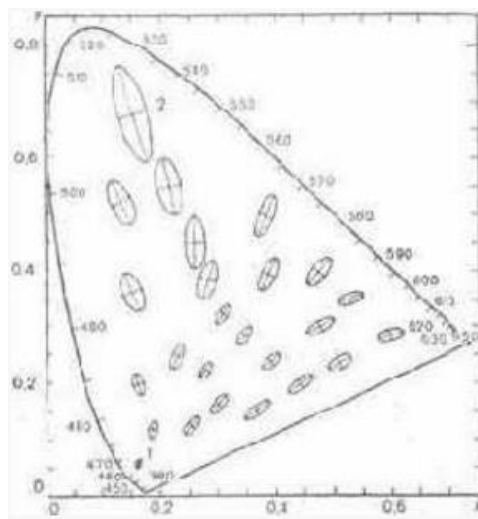


Рис. 19. Пороговые эллипсы Мак-Адама

На рис. 19 показана полученная им диаграмма. Размеры эллипсов для наглядности увеличены Мак-Адамом в десять раз. [9] Видно, что пороги цветоразличения неравномерно распределены по графику. В сине-фиолетовой части две близко расположенные точки обозначают цвета, сравнительно сильно различающиеся зрительно. Чувствительность глаза к изменению цветности в этой области велика. А в зеленой области даже минимально осязаемое изменение цветности выражается далеко расположенными друг от друга точками.

Целесообразно было для устранения неудобств с неравноконтрастностью системы XYZ создать формулы пересчета, превратить эллипсы в окружности, сделать их одинаковыми размерами и не нарушать основных метрических свойств диаграммы.

Была создана новая система, названная UVW по основным цветам. Ее приняла МКО в 1960 году. Переход от координат цветности  $x$  и  $y$  к координатам цветности  $u$  и  $v$  представляется следующим образом:

$$u = 4x / (-2x + 12y + 3); v = 6y / (-2x + 12y + 3);$$

Поскольку система МКО-60 равноконтрастная, то расстояние между любыми двумя точками цветности на графике  $u, v$  выражает цветовой

контраст, мера которого — число порогов цветоразличения. Цветоностный контраст  $\Delta E$  равен:

$$\Delta E = 100 \sqrt{(\Delta u)^2 + (\Delta v)^2} = 100 \sqrt{(u_2 - u_1)^2 + (v_2 - v_1)^2}$$

где  $u_1, v_1$  – координаты цветности Ц<sub>1</sub>;  $u_2, v_2$  – координаты цветности Ц<sub>2</sub>; 100 – показатель, позволяющий выразить цветовой контраст в целых числах. В 1976 году были приняты новые равноконтрастные системы CIE Luv и CIE Lab (так же известны, как CIE L\*u\*v\* и CIE L\*a\*b\*). Система CIE Luv представляет собой уточненное пространство UVW. Величина L характеризует светлоту, остальные – координаты цветности цветов. Формулы перехода:

$$L = 116(Y / Y_0)^{1/3} - 16;$$

$$u = 13L(u - u_0);$$

$$v = 13L(v - v_0);$$

В формулах  $Y / Y_0 \geq 0,01$ ;  $u = 4x / (-2x + 12y + 3)$ ;  $v = 9y / (-2x + 12y + 3)$ ;  $u_0, v_0$  – координаты единичного белого цвета, определяемые по той же формуле, но для координат цветности источника света. Яркость белой точки  $Y_0$  нормируется на 100, т. е. принимается равной 100 единицам.

Цветовой контраст в этом случае равен  $\Delta E = \sqrt{(\Delta u)^2 + (\Delta v)^2 + (\Delta L)^2}$

Система CIE Lab (Рис. 2020) базируется на нелинейных преобразованиях пространства XYZ. Формулы переходы:

$$L = 116 \left( \frac{X}{X_0} \right)^{\frac{1}{3}} - 16$$

$$a = 500 \left[ \left( \frac{X}{X_0} \right)^{\frac{1}{3}} - \left( \frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

$$b = 200 \left[ \left( \frac{Y}{Y_0} \right)^{\frac{1}{3}} - \left( \frac{Z}{Z_0} \right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

где  $X_0, Y_0, Z_0$  – координаты цвета, соответствующего колориметрического источника,  $X, Y, Z$  – координаты цвета измеренного образца. Тогда цветовой контраст между двумя образцами:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ .

Считается, что малые цветовые различия находятся в диапазоне от 1 до 10 единиц цветового контраста. Различия более 10 единиц говорят о значительном цветовом контрасте. [9] Приму во внимание цифру 10 единиц системы  $L^*a^*b^*$ , как пограничную, для дальнейших исследований.

Для определения насыщенности и цветового тона используется пересчет в координаты LCH:

$$C \text{ (chroma – насыщенность)} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$H \text{ (Hue – цветовой тон)} = \arctg(b/a)$$

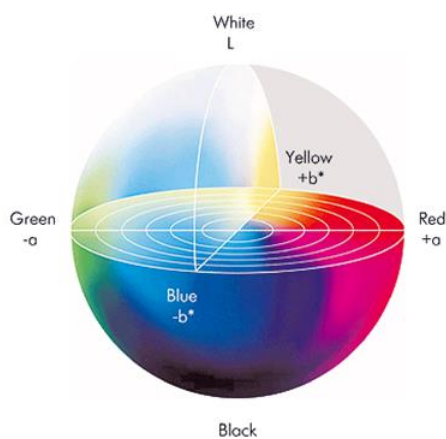


Рис. 20. Равноконтрастное цветовое пространство Lab

### 1.6.1 Равноконтрастная система профессора Матвеева.

Для того чтобы можно было определить разницу в цветности по цветовому графику непосредственным измерением, необходимо так трансформировать график, чтобы все эллипсы порогов по цветности превратились в равные окружности (рис. 21).

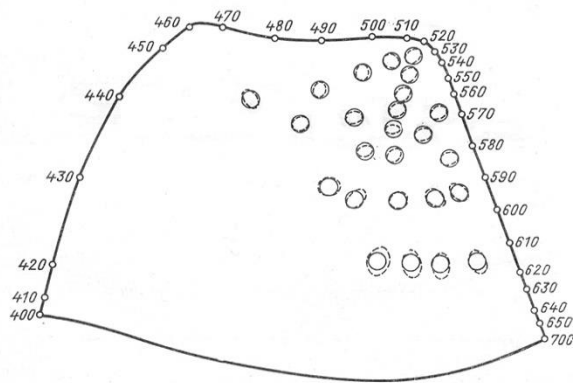


Рис. 21. Пороговые эллипсы Мак Адама на равноконтрастном графике  $V_K, V_3, V_C$

Матвеев А. Б. занимался созданием равноконтрастной цветовой системы, названной  $V_K, V_3, V_C$ . Особенностью равноконтрастных систем является нормирование по зрительному ощущению, т. е. по порогам. Различия в ощущениях определяются как расстояние между соответствующими цветами, построенными в таких пространствах. Проверка данной системы, показала, что ее точность соизмерима с точностью измерения порога цветоразличения при наиболее достоверных экспериментах Д. Л. Мак-Адама. Цветовое ощущение в этом равноконтрастном пространстве является многопараметрической нелинейной функцией цветовых стимулов, причем исходной системой для этой трансформации служит физиологическая система, основанная на спектральных чувствительностях приемников дневного зрения в сетчатке глаза. Очень важно, что в этом пространстве координата цвета ощущения зависит не только от координаты цвета объекта, но и от координаты цвета окружения (светотехники говорят точнее — фона, адаптации и индукции), а также от отношения яркостей стимула и фона. [10] Система успешно применялась в научных исследованиях, связанных с восприятием цветных объектов в кино, телевидении, компьютерной графике и т. п.

График на рис. 22, используемый при цветовом оформлении, построен на основе колориметрической системы КЗС, где основные цвета:

$K(x_K=0,747, y_K=0,250); 3(x_3=1,72, y_3=-0,72), C(x_c=0,174, y_c=0,005).$

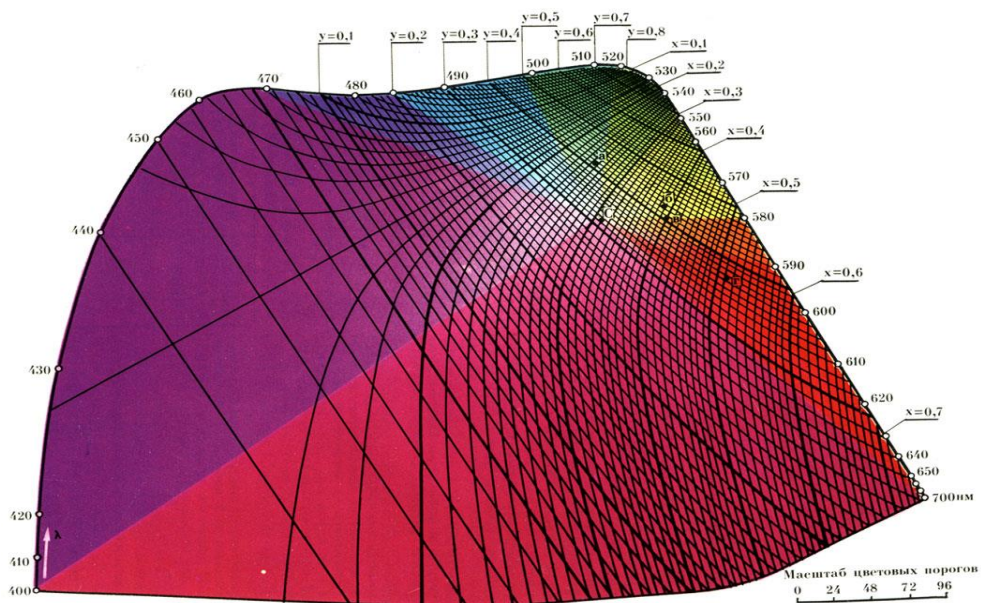


Рис. 22. Равноконтрастный цветовой график

Новые координаты цветности в указанной системе  $V_K, V_3$  и  $V_C$  приняты для равноконтрастного пространства в виде гиперboloида. Причем в первом приближении оказалось возможным заменить поверхность гиперboloида гиперболическим цилиндром, так как сечения гиперboloида плоскостями  $V_c=\text{const}$  весьма близки к прямым. Ось цилиндра перпендикулярна координатной оси  $V_c$  и наклонена к оси  $V_K$  примерно под углом  $45^\circ$ . Данный цветовой график разработан для углового размера объекта  $4^\circ$  и при наблюдении его на ахроматическом фоне и освещении стандартным источником света С МКО.

Координатная сетка  $x, y$  равноконтрастного цветового графика криволинейная, а не прямоугольная, как на цветовом графике  $x, y$ . Источник белого света  $C$  на равноконтрастном цветовом графике имеет координаты  $x=0,31$  и  $y=0,316$ .

Разница в восприятии цвета, т. е. цветовой контраст  $K_{цв}$ , определяется как [11]:

$$K_{\text{цв}} = \sqrt{(nK_{\text{ц}})^2 + K_s^2}$$

где  $K_{\text{ц}}$  - контраст по цветности, пороги;  $K_s$  - контраст по светлоте, пороги;  $n$  - коэффициент, учитывающий различие в восприятии цветности в зависимости от светлоты (рис. 23).

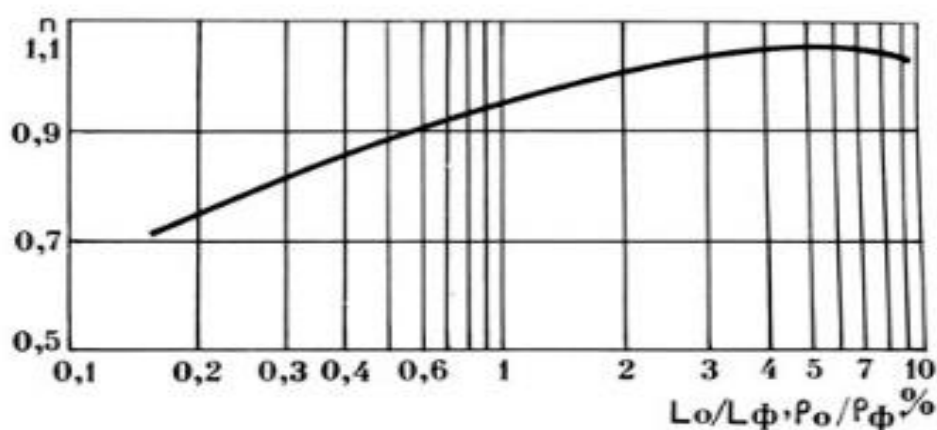


Рис. 23. Зависимость коэффициента  $n$  у контраста по цветности от отношения яркостей или коэффициентов отражения объекта и фона.

Различают три степени цветового контраста: малый  $M$ , средний  $C$  и большой  $B$  (табл. 3.).

Таблица 4. Степени цветового контраста

Степень цветового контраста	Группа цветового контраста	Цветовой контраст, пороги
Малый	$M_1$	$0 < M_1 \leq 10$
	$M_2$	$10 < M_2 \leq 21$
	$M_3$	$21 < M_3 \leq 32$
Средний	$C_1$	$32 < C_1 \leq 43$
	$C_2$	$43 < C_2 \leq 54$
	$C_3$	$54 < C_3 \leq 65$
Большой	$B_1$	$65 < B_1 \leq 76$
	$B_2$	$76 < B_2 \leq 88$
	$B_3$	$B_3 > 88$

Контраст по цветности  $K_{\text{ц}}$  на равноконтрастном цветовом графике можно определить для двух случаев, когда известны:

1. координаты цветности  $x, y$  двух цветов и отношение их коэффициентов отражения  $\rho_o/\rho_\phi$  или яркостей  $L_o/L_\phi$ ;
2. чистота цвета  $p$  и доминирующая длина волны  $\lambda$  для двух цветов, а также отношение их коэффициентов отражения  $\rho_o/\rho_\phi$  или яркостей  $L_o/L_\phi$ .

В первом случае на равноконтрастном цветовом графике определяют две точки, соответствующие координатам цветности  $x, y$  для предложенных двух цветов, и измеряют длину отрезка между ними в порогах. Для этого найденное расстояние (в миллиметрах) умножают на масштабный коэффициент равноконтрастного графика и на коэффициент  $n$ . Во втором случае по известным  $p, \lambda$  и  $\rho_o/\rho_\phi$  или  $L_o/L_\phi$  определяют насыщенность  $H$  этих цветов в порогах в зависимости от чистоты  $P$  и длины волны  $\lambda$  (рис. 24). Затем на равноконтрастном графике, соединив прямыми точку белого света  $C$  с точками, характеризующими длины волн предложенных цветов, откладывают на этих прямых отрезки, соответствующие измеренным значениям насыщенности в порогах. По расстоянию между найденными двумя точками на равноконтрастном графике определяют контраст по цветности. [11, 12]

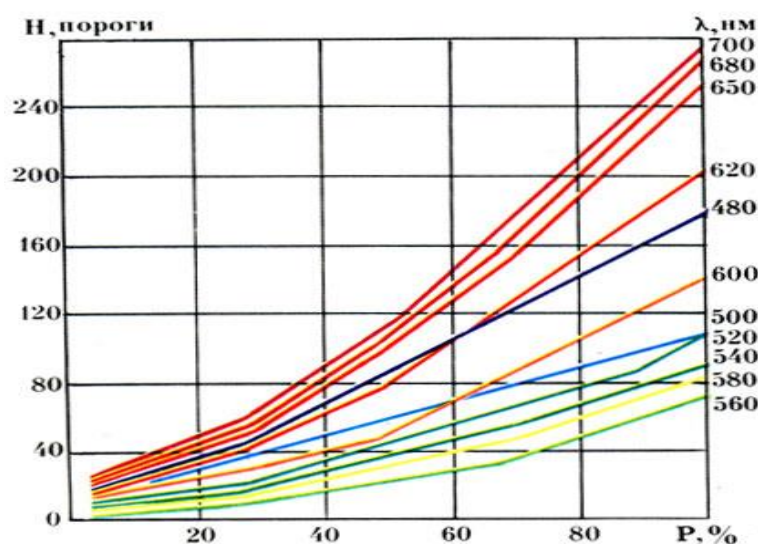


Рис. 24. Зависимость насыщенности цвета  $H$  от чистоты цвета  $P$  для определенной длины волны.

## 1.8 Анализ существующих программ расчета и проектирования освещения.

От качества представления результатов компьютерного проектирования того или иного светотехнического проекта освещения во многом зависит оценка проекта Заказчиком и специалистами, принимающими проект. Так давайте проанализируем, какие в настоящий момент имеются программы расчета и проектирования, а также рассмотрим способы представления выходных данных проекта в той или иной программе.

1. Начнем, пожалуй, с самой распространенной на данный момент, программы – **Dialux 4.13**.

Программа Dialux производит светотехнические расчеты, учитывая множество факторов, которые не учитываются при проектировании освещенности по табличным методам. Это наиболее точный инструмент светотехнического проектирования. Dialux позволяет оценить результат по различному виду диаграммам распределения освещенности и трёхмерной визуализации. В DIALux встроен визуализатор Pov-ray, позволяющий получить фотореалистичное трёхмерное изображение распределения освещенности. Есть возможность импорта планов и экспорта результатов расчета в AutoCAD. Dialux производит расчет всех требуемых световых характеристик: яркости, всех видов освещенности, показателей блескости, КЕО и пр. С его помощью можно рассчитать дневной свет и тени при планировании освещения. Программа принимает во внимание географическое расположение здания, погодные условия и тени от окружающих строений и прочих объектов.

Перейдем к главной части сравнения программ – это сравнение возможностей представления результатов при помощи диаграммы фиктивных цветов. А именно, при помощи каких вариантов цветовых сочетаний возможно это представление. Как видно из рис. 25 – 27, наиболее



«негармоничное» сочетание цветов представлено на рис. 25. На мой взгляд, из-за большего количества используемых цветов этот вариант получается самый худший.

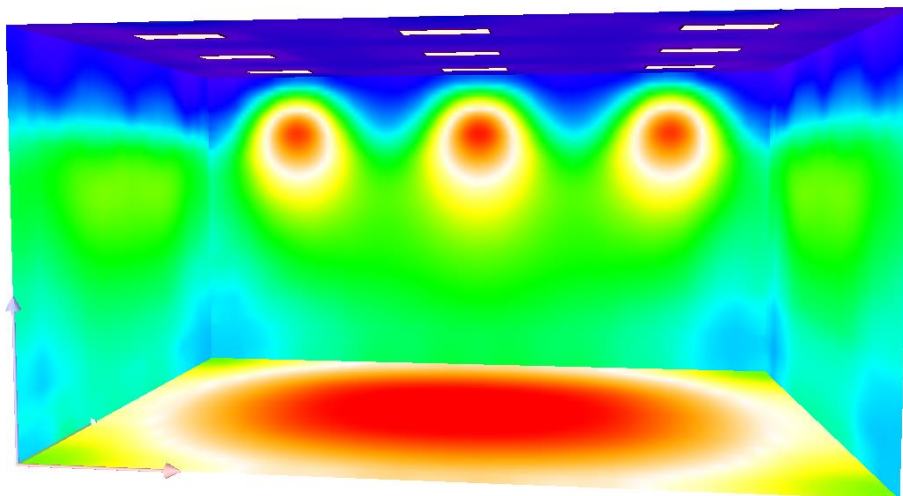


Рис. 25. Стандартное представление фиктивных цветов в программе Dialux

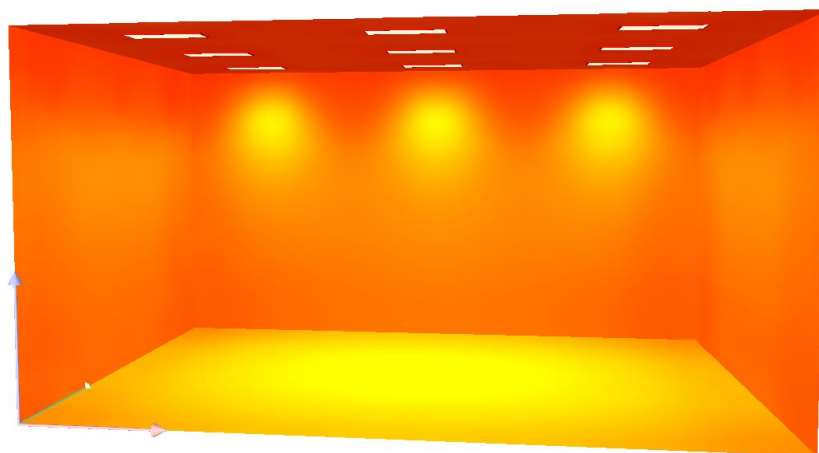


Рис. 26. Красно-желтый переход фиктивных цветов в программе Dialux

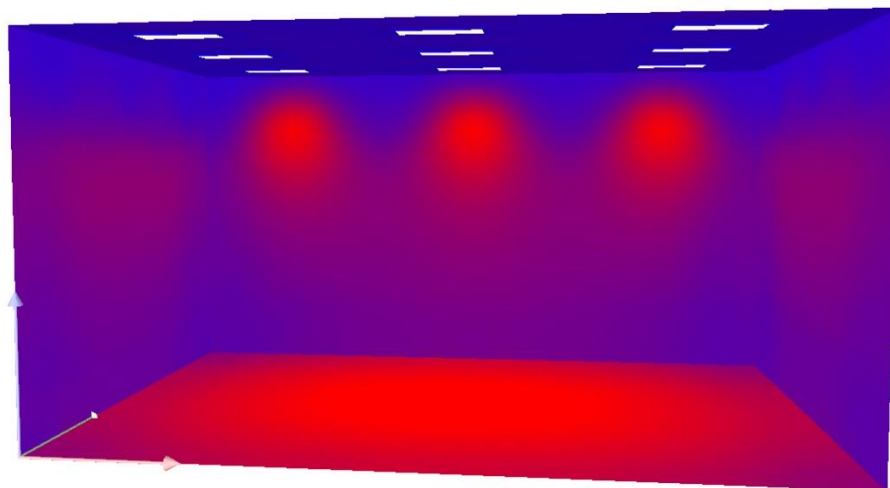


Рис. 27. Сине-красный переход фиктивных цветов в программе Dialux

Однако, это не все возможности цветового представления в данной программе. На рис. 28 представлена библиотека возможного выбора цвета.

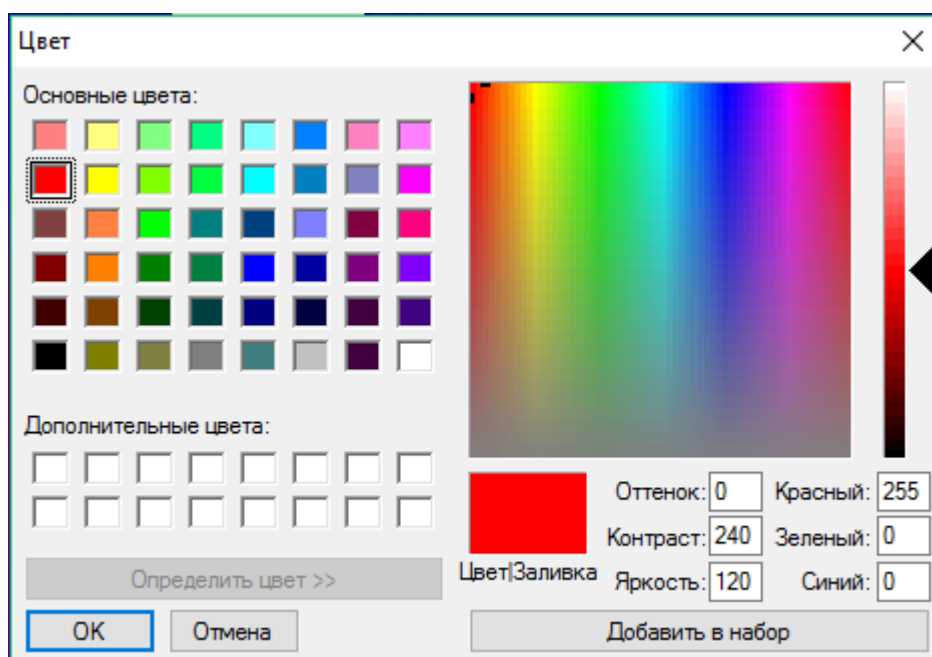


Рис. 28. Библиотека цветов в программе Dialux

Как видно из картинки, возможен выбор любого цвета из общей палитры, а также регулирование дополнительных свойств цвета, таких как:

- «оттенок», «контраст», «яркость» – на мой взгляд, это, конечно же, не те самые параметры: «цветовой тон», «насыщенность» и «светлота», которые мы обычно относим к

восприятию, а скорее всего регулировки цветности опорного белого цвета, контрастности (отношения максимальной к минимальной яркости) и яркости в относительных единицах. Но главное, что основная и эта дополнительная регулировки предложенные разработчиками программы, позволяют подбирать цветности и яркости гармоничных и в то же время отличных друг от друга псевдоцветов.

- количество каждого из трех цветов, составляющих искомый цвет (красный, синий, зеленый). Это, так называемая, основная регулировка, позволяющая изменять цветность псевдоцветов.

### Не менее популярная программа **Dialux EVO 7.1**

Dialux Evo – новое поколение программного обеспечения для расчета освещения от компании DIAL GmbH, которое кардинально изменило все представления о возможностях программ в этой области. Новая версия в корне отличается от версии Dialux 4.13. Интерфейс стал более универсальным и функциональным:

- Теперь можно построить в одном файле несколько помещений с выводом индивидуального отчета по каждому из них.
- Добавилась функция управления световым потоком на каждый светильник или группу светильников после расчета освещенности.
- Стала доступной возможность выбора прозрачных текстур в соответствии с их светопропускной способностью.
- После расчета освещенности теперь можно будет добавить ещё дополнительные источники света, после чего программа внесёт соответствующие корректировки в результат вместо того, чтобы пересчитывать всё заново.

Пожалуй, единственным недостатком Dialux Evo является то, что пользователям, которые привыкли к старому интерфейсу софта, необходимо время, чтобы освоить особенности работы в новой среде. А в целом, все изменения только к лучшему.

Рассмотрим возможности представления фиктивных цветов в этой программе.

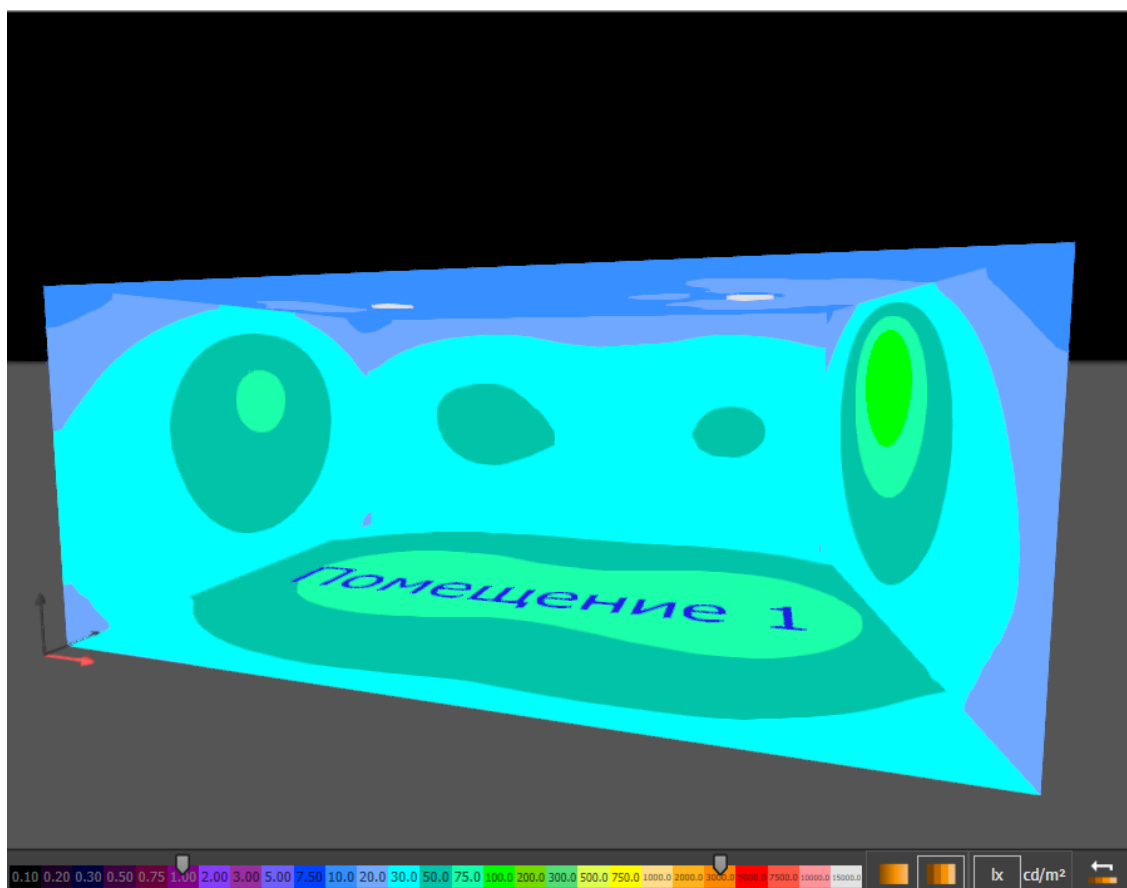


Рис. 29. Возможности представления фиктивных цветов в программе Dialux Evo

Как видно из рис. 29., то возможности, по правде говоря, скудные. Набор цветов однообразный, никакая закономерность в расположении не прослеживается, а выставить определенным образом цвета (и создать гармоничные сочетания) вообще не представляется возможным. Указатели «ползунки» можно подвигать, чтобы выбрать более-менее удачные варианты, но не более.

## 2. Relux

Программа Relux Professional является частично платным программным продуктом швейцарской компании Relux Informatic AG. Так к основной программе Relux Professional в состав программного пакета входят еще две подпрограммы (PlugIn). Relux Vision – подпрограмма для визуализации (трассировки лучей) проектов выполненных в Relux Professional и Relux Cad – подпрограмма для облегчения совместной работы Relux Professional и Autodesk AutoCad, оба этих PlugIn-а являются платными (в режиме теста предлагается 30 дней бесплатной работы). В программе имеется возможность выбрать один из семнадцати языков интерфейса программы и выходных данных, присутствует и русский язык. Так же как и в DIALux, в основе интерфейса лежит разделение экрана на несколько функциональных частей:

- В верхней части – главное меню и линейка инструментов быстрого доступа к командам;
- Слева Менеджер проекта – древовидный список всех элементов проекта с закладками к базам данных элементов проекта: мебель, текстуры, светильники, результаты расчетов;
- В центре Активное окно, аналогичное CAD – окну из DIALux, представляющее так же окно графического редактора векторных двумерных и трехмерных изображений; различные виды сцены устанавливаются клавишей на Линейке инструментов.

Рассмотрим возможности представления псевдоцветов:

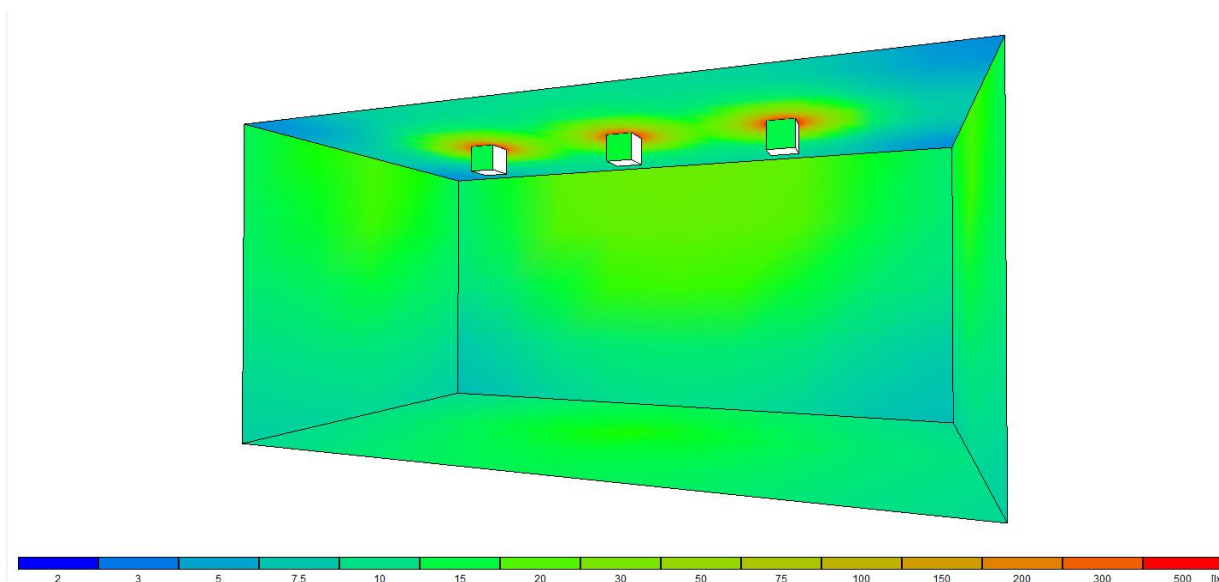


Рис. 30. Возможности представления фиктивных цветов в программе Relux

Как видно, существует только один цветовой переход – сине-зелено-красный, что не очень подходит для моих исследований. Нет возможности выбора цветовой гаммы, регулирования каких-либо параметров цветов.

### 3. 3d MAX

Как такового расчета освещенности в этой программе нет. Это специализированная программа для 3d моделирования. Однако, в версиях, начиная с 2009 г., компания-разработчик Autodesk предусмотрела и выпустила дополнительную программу под названием 3d Max Design с технологией Exposure для моделирования и расчета освещенности. Технология расчета освещенности Exposure позволяет моделировать солнечное, небесное и искусственное освещение в ходе архитектурного 3D-проектирования. Уровень освещенности можно измерить путем создания специальной измерительной сетки произвольной формы. Таким образом, учитываются требования к освещенности помещений, например LEED EQ Credit 8.1. Прогнозирование влияния освещения на проектируемые здания — важный аспект экологически рационального проектирования. Результаты аналитического расчета освещенности, как внутреннего освещения, так и наружного и архитектурного освещения выводятся на экран по окончании.

Технология Exposure одобрена Национальным научно-исследовательским советом Канады.

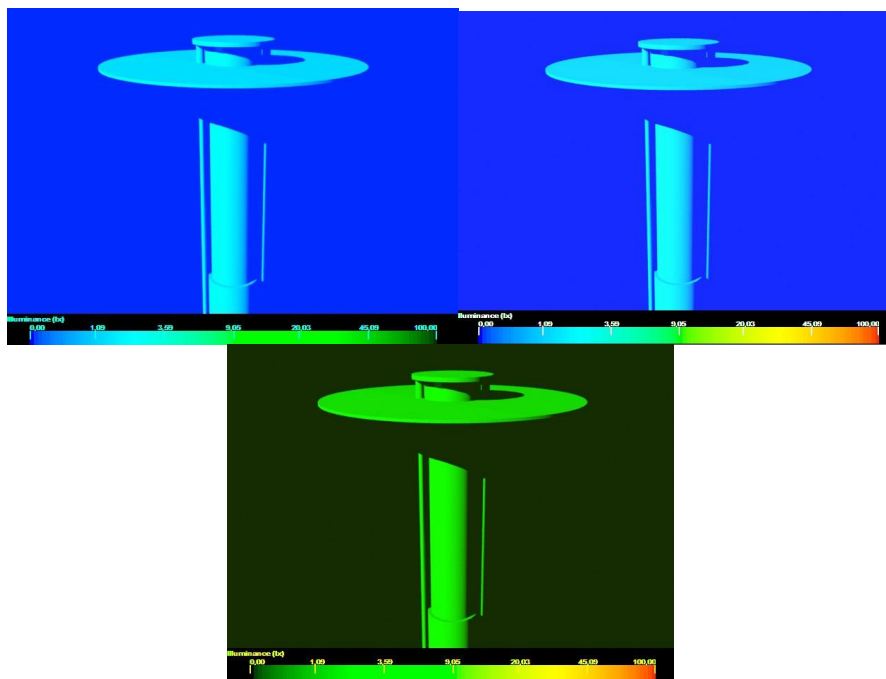


Рис. 31. Возможности представления фиктивных цветов в программе 3d Max

Как видно выше, то возможности 3d Max не так уж и высоки в вопросе расчета освещения. Подобранные разработчиками цвета очень уж похожи на стандартный набор цветов из программы Dialux (такой же сине-красный переход). Нет никакой возможности регулирования цветов, как в программе Dialux Evo, а также нет дополнительной палитры, как в Dialux 4.13, поэтому эта программа для исследований в моей магистерской диссертации не подходит.

#### 4. Lightscape

Lightscape R3.2 - это ведущий программный продукт для дизайна освещения и визуализации. Благодаря имитации действительных физических свойств света и материалов, Lightscape позволяет смоделировать эффекты освещения, которые недоступны для обычных систем рендеринга. Эти на первый взгляд незаметные, но существенные для общего восприятия эффекты такие, как не прямое освещение, “мягкие” тени и цветные блики,

позволяют получать изображения с непревзойденным реализмом. Оптимизированный для дополнения полного спектра продуктов Autodesk для САПР и анимации, Lightscape R3.2 полезен для каждого, кому требуется моделирование освещения реального или виртуального пространства. Дизайнеры используют Lightscape для получения прототипов и презентации клиентам того, как построенный объект будет выглядеть после применения заданных материалов и освещения. Художники цифровой графики используют Lightscape для освещения и рендеринга убедительных виртуальных пространств для кино, телевидения, Web и интерактивных игр. Созданный для архитекторов и художников, Lightscape R3.2 моделирует комплексное поведение света и освещенности в архитектурных пространствах, обеспечивая сверхреалистичные изображения для проверки и презентации концепций освещения. Позволяя светодизайнерам повысить производительность работы и обмениваться данными между различными платформами, Lightscape R3.2 является первым продуктом, который наводит мосты между программным обеспечением САПР от Autodesk и программами трехмерной анимации и моделирования от подразделения Autodesk Discreet.

Для кого предназначен Lightscape: Lightscape предназначен в основном для рынка дизайнеров и архитекторов. Во вторую очередь - это разработчики игр.



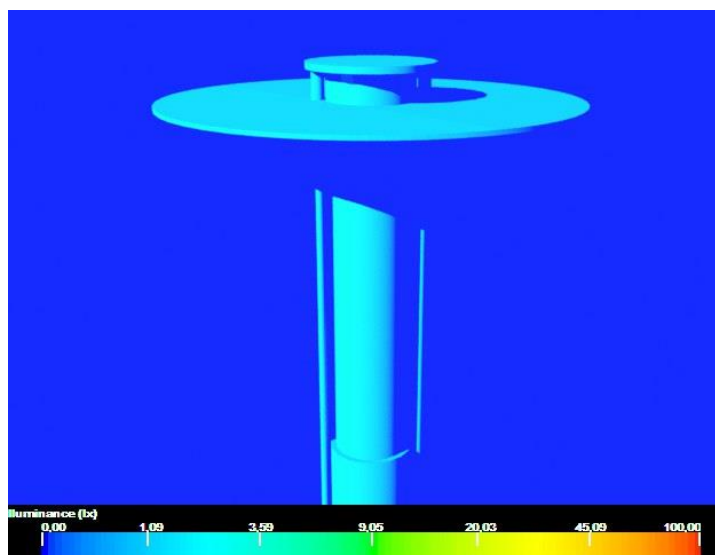


Рис. 32. Возможности представления фиктивных цветов в программе Lightscape

Т.к. Lightscape – это программа того же разработчика, что и 3d Studio Max, то и результаты светотехнических расчетов у этих программ очень похожи. Как видно из рис. 32, шкала псевдоцветов и варианты цветов идентичны, единственное, отсутствует сине-зеленый и зелено-красный переход, как в предыдущей программе. Нет никакой возможности регулировать и выбирать цвета, в общем, эта программа также не подходит по своим параметрам для моих исследований.

## 5. Light-in-night Road

Группа компаний «Светосервис» является разработчиком и правообладателем программных продуктов Light-in-Night и Light-in-Night Road. Первая программа предназначена для светотехнических расчетов архитектурного освещения и используется только в проектном подразделении компании «Светосервис». Вторая разработана для расчета дорожного, уличного и паркового освещения и широко используется как внутри компании, так и ее клиентами и партнерами. Используемая в программе база данных световых приборов основывается на номенклатуре ассортимента компании GALAD, продукция которой выпускается на

Лихославльском заводе светотехнических изделий «Светотехника» (ЛЗСИ) и Кадошкинском электротехническом заводе (КЭТЗ).

С помощью программы можно рассчитать следующие светотехнические параметры осветительной установки (ОУ):

- распределение яркости проезжей части дорог и улиц;
- распределение горизонтальной освещенности проезжей части улицы, тротуара или пешеходной зоны;
- распределение полуцилиндрической освещенности для тротуара или пешеходной зоны;
- средние, минимальные и максимальные значения яркости и освещенности проезжей и пешеходной части дорог и улиц;
- показатели равномерности распределения яркости и освещенности по заданной поверхности;
- показатели, регламентирующие слепящее действие ОУ.

Это позволяет решать следующие проектные задачи:

- рассчитать нормативные показатели участков дорог и улиц с типовой геометрией
- осуществлять подбор типа, мощности и светораспределения светового прибора (СП) (с возможностью просмотра и одновременного сравнения КСС нескольких световых приборов);
- проводить оценку эффективности выбранной схемы расположения СП для прямых дорог (боковое одностороннее или двухстороннее, центральное на опорах или на подвесе);
- подобрать наиболее рациональное расположение и ориентацию СП, варьируя их способ установки (на опоре или на мачте), схему размещения (в линию, по окружности или индивидуально), высоту установки, шаг между опорами, наклон кронштейна, координаты

установки и нацеливания (которые могут задаваться в прямоугольной или полярной системе) и др.;

- оценивать расчетные значения параметров ОУ при сравнении их с существующими нормативами;
- представить исходные данные и результаты расчета в виде многостраничного протокола в наглядной текстовой, табличной и графической форме, удобной для представления в проектной документации. Интерфейс программы и протокол результатов расчета выполнены на русском языке.

Бесплатная техническая поддержка зарегистрированных пользователей компьютерной программы Light-in-Night Road осуществляется Группой специального программного обеспечения (ГСПО) компании «Светосервис».

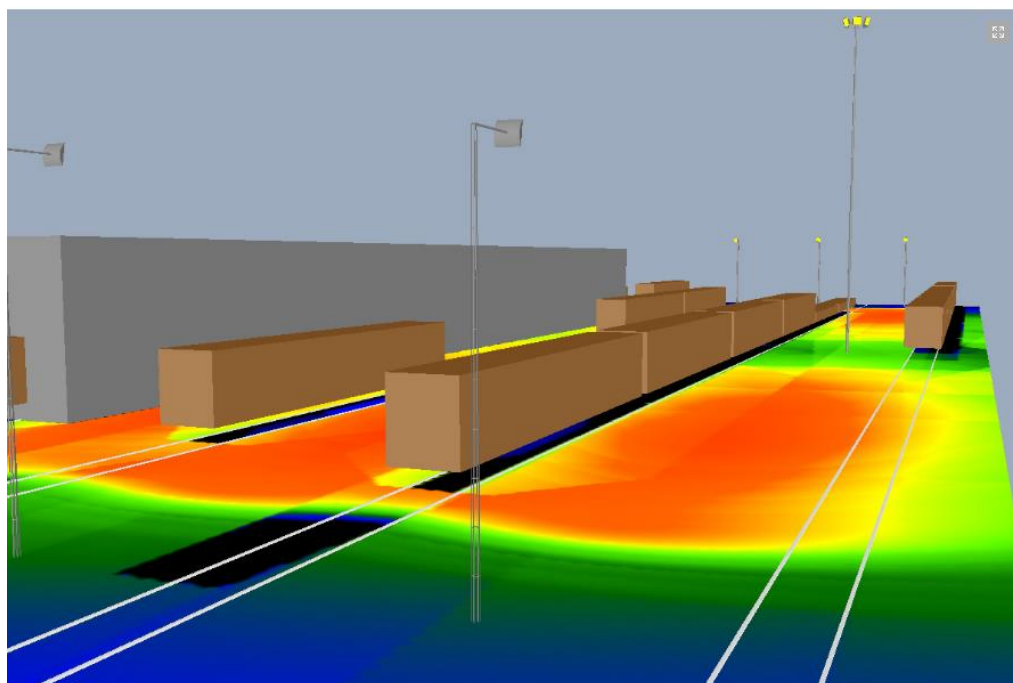


Рис. 33. Возможности представления псевдоцветов в программе **Light-in-Night Road**

Из выше представленного анализа видно, что наиболее подходящим из существующих программ является – Dialux 4.13. У нее достаточно большая палитра выбора цветов, есть возможность уточнения/корректировки

параметров того или иного цвета, регулируя контраст и яркость. Получившейся цвет можно добавить в набор, а также потом создать уже удобную для каждого человека палитру гармоничных и ему приятных цветов. На данный момент времени это самая «продвинутая» в вопросах представления результатов, если можно так ее назвать, программа для расчета ОУ.

Что касается остальных программ, то у всех почти одинаковый стандартный набор цветов. Лишь у программы Dialux Evo есть возможность регулирования (двигая) ползунка над цветами, чтобы добиться какой-либо палитры. Однако, из собственной практики, это приводит к сбою интерполирования значений, присвоенных соответствующему цвету, что плохо сказывается на представлении результатов и может сбить с толку заказчика/специалиста, принимающего расчет.

У всех остальных программ разработчики недостаточно проработали данный момент в программе, что в свою очередь ведет за собой возможные сложности при просмотре (анализе) результатов расчета.

## 1.9 Постановка задачи.

В данной работе я ставлю перед собой следующие цели: использовать аспекты цветовой гармонии применения, в том числе исследования кафедры по этому вопросу, с учётом эмоционального состояния человека и его предпочтений для выбора цветовой гаммы и отдельных псевдоцветов диаграммы распределения освещённости на рабочих плоскостях или яркостей в поле зрения людей .

Литературный обзор, в том числе исследований кафедры светотехники, позволил выявить программу расчёта и проектирования осветительных установок Dialux 4.13 с большими возможностями выбора цветов, которые могли бы использоваться при составлении псевдоцветов в диаграммах распределения освещённости (яркости). В своей работе я попробую на основе выбранных цветовых сочетаний, полученных благодаря проведению рассмотренного в обзоре теста М. Люшера с большим количеством наблюдателей, выявить цветовые предпочтения пользователей компьютера, а затем создать гармоничные цветовые последовательности. Все выбранные варианты должны быть проверены расчетом цветовых порогов между цветами в равноконтрастной системе профессора А.Б. Матвеева по инженерной методике Н. М. Беязевой.

Конечная цель выпускной работы, предложить мой подход к выбору и обоснованию цветов для оформления ряда стандартных диаграмм распределения псевдоцветов в программах расчета и проектирования ОУ.

## Глава 2. Установка

### 2.1. Установка для проведения эксперимента.

Для проведения исследования создана установка на базе компьютера с ЖК экраном. В лаборатории кафедры Светотехники ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» при помощи яркомера LUMINANCE METER LS-100 и спектроанализатора Konica Minolta CL-70F были измерены координаты цвета X, Y, Z, координаты цветности x, y и яркость L на контрольном ЖК-дисплее компьютера, а также определены чистота и доминирующая длина волны исследуемых цветов. Их характеристики приведены ниже в табл. 5 и табл. 6.

Таблица 5. Характеристики спектроанализатора CL-70F

Модель	Konica Minolta CL-70F
Класс прибора	Соответствует требованиям Class A стандарта LIS C1609-1: 2006 часть 1. По стандарту DIN 5032 часть 7 Class C.
Приёмник	CMOS- фотодиодная матрица (предположительно кремниевая), выполненная на основе КМОП-технологии
Спектральный диапазон	380 нм — 780 нм
Дискретность	1 нм
Диапазон измерения	Непрерывный свет: освещённость от 1 до 200000 лк, цветовая температура от 1,563 до 100000 К Пульсирующий свет: освещённость от 20 до 20500 лк, цветовая температура от 2,500 до 100000 К
Точность (стандартное излучение (иллюминант) типа А)	Ev: $\pm 5\%$ $\pm 1$ цифра от отображаемого значения x, y: $\pm 0,003$ (при 800 лк)
Воспроизводимость (стандартное излучение (иллюминант) типа А)	Ev: от 30 до 200000 лк: $\pm 1\%$ $\pm 1$ цифра от отображаемого значения; от 1 до 30 лк: $\pm 5\%$ $\pm 1$ цифра от отображаемого значения $\Delta x, \Delta y$ : от 500 до 200000 лк: $\pm 0,001$ $\Delta x, \Delta y$ : от 100 до 500 лк: $\pm 0,002$ $\Delta x, \Delta y$ : от 30 до 100 лк: $\pm 0,004$ $\Delta x, \Delta y$ : от 5 до 30 лк: $\pm 0,008$
Время измерения	Непрерывный свет (максимум): 15 сек. Непрерывный свет (минимум): 0,5 сек.

	Пульсирующий свет: 1-1/500 сек.
Режимы измерения	Коррелированная цветовая температура $T_{cv}$ , отклонение от абсолютно черного $\Delta uv, X, Y,$ $Z, x, y; u', v',$ Чистота цвета $P_e,$ Доминирующая длина волны, Спектральное излучение, $E_v$ , общий и частные индексы цветопередачи CRI ( $R_a, R_i$ ), Величина экспозиции, Пиковая длина волны.
Память	999 измерений

**Таблица 6.** Характеристики яркомера Konica Minolta LS-100

Модель	LS-100
Тип	Яркомер для измерения источников света и освещенных поверхностей
Приемник	кремниевая фотоячейка
Угол измерения, °	1
Угол наблюдения, °	9
Фокусное расстояние, мм	1014
Минимальный диаметр измеряемой области, мм (без использования приближающих линз)	Ø14,4
Диапазон измерений	Быстро: 0,001- 299900 кд/м <sup>2</sup> ; медленно: 0,01- 49990 кд/м <sup>2</sup>
Точность	0,001- 0,999 кд/м <sup>2</sup> : ±2% ±2 знака от отображаемого значения;
	1 кд/м <sup>2</sup> и выше: ±2% ±1знак от отображаемого значения
	(источник света А при окружающей температуре 20-30°C)
Воспроизводимость	0,001-0,999 кд/м <sup>2</sup> : ±0,2% ±2 знака от отображаемого значения;
	1 кд/м <sup>2</sup> и выше: ±0,2% ±1знак от отображаемого значения
	(источник света А при окружающей температуре 20-30°C)
Интерфейс	RS-232C
Источник электропитания	одна батарейка 9В
Условия эксплуатации: температура/ влажность	от 0 до 40°C / до 85% (при 35°C без образования конденсата)
Габариты , мм	79 x 208 x 150
Вес, г	850 (без батареи)

**Характеристики используемого монитора компьютера.** Измерения, описанные ниже в работе, осуществлялись на дисплее ноутбука «ASUS NotebookPC UX310U» с дисплеем формата QHD+. (табл. 7). Они проводились при установке параметров яркости, контрастности и гаммы на максимальную величину.

**Таблица 7.** Координаты цветности опорного белого и основных цветов дисплея компьютера «ASUS NotebookPC UX310U»»

Цвет	X	y	L, кд/м <sup>2</sup>
Белый	0,3078	0,3183	344
Красный	0,5165	0,3263	105
Зеленый	0,2716	0,4618	162
Синий	0,2232	0,1993	77

**Условия наблюдения.** Объектами наблюдения являются сочетания восьми цветов, представленных в виде прямоугольника размером 5,5x7,3 см, предъявляемых на дисплее. Наблюдатели располагаются на расстоянии до экрана в 80 см (угл. размер - 3°x5°) . Наблюдения производятся в комнате при общем равномерном искусственном освещении для создания одинаковых условий для наблюдателя (исключено влияние меняющегося естественного освещения). Горизонтальная освещенность рабочей плоскости составляет 720 лк., а вертикальная освещенность в плоскости экрана – 240 лк., что удовлетворяет российским нормам по освещению [24], а также европейским[25]. Пространство, попадающее в поле зрения человека при наблюдениях, не содержит ярких цветных предметов.



## 2.2. Методика проведения эксперимента.

Сочетания образцов предъявляются на нейтрально-сером фоне (угл. размер -  $23^\circ$ , яркостью  $L - 236 \text{ кд/м}^2$ ).

В восьмицветовом тесте М. Люшера перед наблюдателями представлено 8 цветowych карточек. Им же в, свою очередь, по условиям эксперимента необходимо, следуя вопросам оператора, выбрать поочередно 8 цветов, то есть каждый раз выбирать наиболее приятный им цвет из оставшихся цветов.

Общее время проведения испытания по методике М. Люшера – 10 мин. Во время эксперимента карточки предъявляются несколько раз (1 этап эксперимента – отдых – 2 этап эксперимента).

**Подготовка.** Перед началом экспериментов наблюдатели должны быть ознакомлены с целью эксперимента и методикой эксперимента.

Перед тем, как начать эксперимент, наблюдателю предлагается ознакомиться с инструкцией, которая в свою очередь написана нами очень тщательно, исходя из того, что для оценки эмоционального состояния наблюдателям нужно будет предварительно описать его, а также свои личностные особенности и черты.

### **Инструкция для наблюдателя к восьмицветовому тесту М. Люшера.**

«Коллеги, Вам предлагается поучаствовать в кратком восьмицветовом тесте М. Люшера.

Перед началом тестирования Вам нужно написать немного о себе, например, какое у Вас эмоциональное состояние на данный момент времени, какие черты характера у Вас, а также есть ли какие-либо эмоциональные потребности (одиночество, поддержка, сопереживание, спокойствие и т.д.), переживания. Затем просим Вас отвлечься от ассоциаций, связанных с модой, традициями, общепринятыми вкусами и постараться выбирать цвет, исходя из ваших личных предпочтений, на данный момент времени.

Тестирование будет проходить в 2 этапа: 1 цветовая выборка – отдых – 2 цветовая выборка»

**Таблица 8.** Форма для заполнения наблюдателем.

Фамилия и имя	
Возраст	
Дата заполнения	
О себе	

«На мониторе перед Вами 8 карточек:

1. Вам нужно сделать выбор самого приятного цвета из предложенных восьми.
2. Выберите наиболее приятный из оставшихся семи.
3. Выберите наиболее приятный из оставшихся шести и т.д. пока не останется последний цвет»

### **Глава 3. Экспериментальная часть**

Цель эксперимента – исследование эмоционального состояния человека и проведение восьмицветового теста М. Люшера. По итогам эксперимента необходимо будет выявить цветовые сочетания, которые можно будет использовать в качестве оформления цветовой шкалы фиктивных цветов для диаграмм распределения освещенности и яркости в программах расчета и проектирования осветительных установок.

#### **3.1 Подготовка к эксперименту.**

Для проведения эксперимента цветовые образцы теста М. Люшера были взяты из книги Собчик Л.Н. Измерена яркость белого фона экрана монитора, координаты цветности экрана ноутбука, а также каждого цвета,

участвующего в эксперименте. Для наглядности точки нанесены на диаграмму цветности МКО  $x, y$ . Также определены доминирующие длины волн ( $\lambda_d$ ) и чистоты каждого цвета ( $p$ ). Все измерения проводились на одинаковых расстояниях.

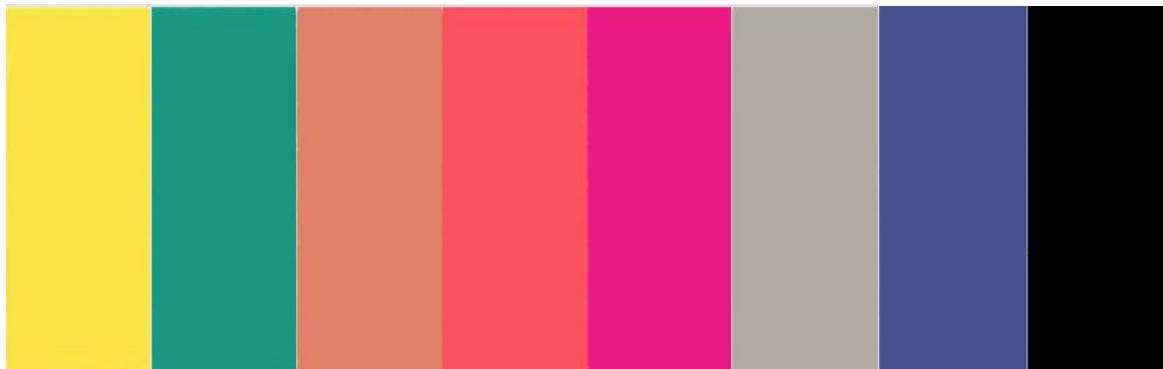


Рис. 34. Цвета восьмицветового теста М.Люшера [11].

Таблица 9. Измеренные характеристики цветов теста М. Люшера.

Цвет	Координаты цветности		$u'$	$v'$	Яркость $L, \text{кд/м}^2$	$\lambda_d, \text{нм}$	$p, \%$
	$x$	$y$					
Желтый	0,4061	0,4675	0,2084	0,5398	240	570	68
Зеленый	0,2421	0,3512	0,1436	0,4696	83	497	24
Коричневый	0,4236	0,3500	0,2666	0,4967	111	594	39
Красный	0,4680	0,3132	0,3219	0,4846	85	614	43
Розовый	0,4267	0,2298	0,3477	0,4218	55	-496	38
Серый	0,3188	0,3274	0,2027	0,4684	144	573	4
Синий	0,2210	0,1906	0,1823	0,3538	31	445	62
Черный	0,2757	0,2468	0,2034	0,4097	0,7	443	27

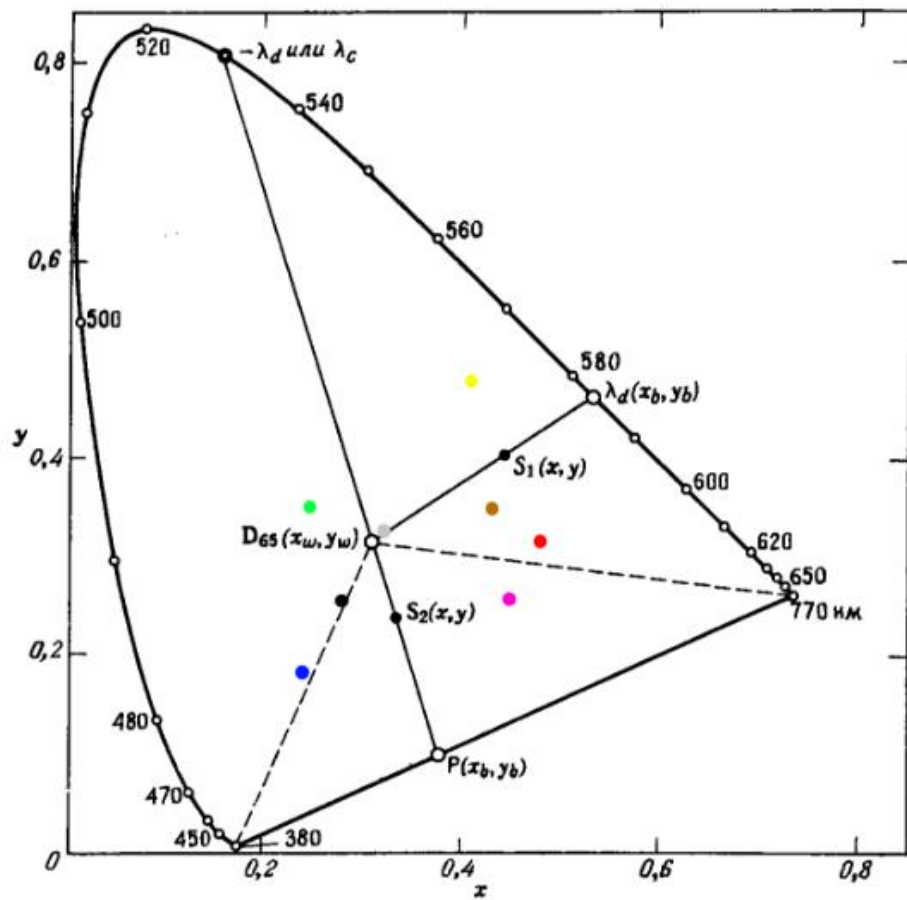


Рис. 35. Диаграмма цветности для цветов по тесту М. Люшера.

### 3.2 Результаты эксперимента.

#### Пояснения к расшифровке результатов:

Для того, чтобы было удобнее читать и разбирать результаты эксперимента, я выделяла зеленым и желтым (зеленым выделялись совпадающие личностные качества, а желтым выделялось совпадающее эмоциональное состояние) маркером те факты от человека, которые подтвердились. Красным маркером выделены те аспекты, которые не подтвердились.

Расшифровка функциональных пар (кодов) проводилась в соответствии с приложением к книге Собчик Л.Н. [11], где к каждому варианту сочетания цифр написано разъяснение.

#### Наблюдатель 1:

Таблица 10. Данные наблюдателя 1.

Фамилия и имя	К.А.
Возраст	22
Дата заполнения	16.04.18
О себе	Оптимист, немного ленив, сейчас спокойное состояние

Таблица 11. Результаты для наблюдателя 1.

Выбранные цвета							
5	3	0	1	7	2	6	4
5	3	0	1	7	2	6	4
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

1) Код [+5+3]:

Человек трудно адаптируется в среде, из-за своих индивидуальных качеств.

Нет мотивации. Потребность в самореализации. Нешаблонный подход к

решению проблем, склонность к расширению сферы интересов, увлеченность. Стремление привлечь внимание окружающих, высокий уровень притязаний, избирательность в контактах, своеобразие интересов. Адаптация затрудняется в жестко регламентированной ситуации и в контактах с людьми категоричными и нетерпимыми.

2) Код [X0X1]:

Пассивность в данный момент связана с обстоятельствами, затрудняющими завязывание взаимно удовлетворяющих отношений.

3) Код [=7=2]:

В связи с обстоятельствами, ограничивающими свободу действий, вынужденный отказ от реализации намерений и упорства в отстаивании своей позиции.

4) Код [-6-4]:

Нет возможности реализации признания в той или иной сфере. Стремление скрыть неуверенность и тревогу демонстративностью поведения. Высокий уровень требований приводит к ощущению изолированности от общества. Жажда одобрения и успеха неудовлетворена. Состояние характеризуется переживанием чувства одиночества и неуверенности, маскируемых напускным безразличием, презрительным отношением к критике в свой адрес.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Розовый+Красный

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились не полностью.

Наблюдатель 2:

**Таблица 12.** Данные наблюдателя 2.

Фамилия и имя	Ш. А.
Возраст	22
Дата заполнения	16.04.2018
О себе	Оптимист, настроение хорошее, выпалась, восторг, радость

**Таблица 13.** Результаты для наблюдателя 2.

Выбранные цвета							
5	3	4	2	1	6	0	7
5	3	4	2	1	6	0	7
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

1) Код [+5+3]:

Человек трудно адаптируется в среде, из-за своих индивидуальных качеств. Нет мотивации. Потребность в самореализации. **Нешаблонный подход к решению проблем**, склонность к расширению сферы интересов, увлеченность. **Стремление привлечь внимание окружающих, высокий уровень притязаний**, избирательность в контактах, своеобразие интересов. Адаптация затрудняется в жестко регламентированной ситуации и в контактах с людьми категоричными и нетерпимыми.

2) Код [X4X2]:

Актуальность надежды на повышение социального статуса и материальной обеспеченности.

3) Код [=6=0]:

Стремление к бесконфликтному общению и физиологическому комфорту.

4) Код [-0-7]:

Повышенная чувствительность к внешним раздражителям. Потребность в преодолении ограничений, в том числе дистанции, отделяющей от окружающих; стремление к самостоятельности в принятии решений.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Розовый+Красный

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились не полностью.



Наблюдатель 3:

**Таблица 14.** Данные наблюдателя 3.

Фамилия и имя	Ч. Г.
Возраст	38
Дата заполнения	16.04.2018
О себе	Оптимист. Состояние подавленное

**Таблица 15.** Результаты для наблюдателя 3.

Выбранные цвета							
3	2	7	1	5	4	6	0
2	3	4	1	0	6	5	7
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. результаты тестирования не совпадают, то будем интерпретировать второй выбор, как наиболее непосредственный и непринужденный, согласно книге Собчик. [11]

1) Код [+2+3]:

Амбициозность и защитно-оборонительные тенденции, высокая поисковая активность, упорство в достижении цели, выраженная тенденция к доминированию, противодействие давлению внешних факторов, самостоятельность принятия решений, предприимчивость, инициативность.

Эти характеристики усилены уверенностью в себе, наступательностью тактики взаимодействия в межличностных контактах, еще более выраженными чертами независимости. Стрессоустойчивость, противодействие обстоятельствам, препятствующим свободной

самореализации личности, развитое чувство соперничества, увлеченность и стремление к преодолению стоящих на пути к реализации своих намерений препятствий.

2) Код [X4X1]:

Податливость влиянию окружающих, изменчивость настроения в зависимости от реакций находящихся рядом людей. Стремление к установлению дружеских контактов. Самооценка зависит от успеха и мнения значимых других.

3) Код [=0=6]:

Потребность в позитивных эмоциях на данный момент.

4) Код [-5-7]:

Напряженность, вызванная ограничением собственной независимости внешними воздействиями. Выраженный субъективизм в оценке явлений окружающей жизни, избирательность в межличностных контактах, категоричность и бескомпромиссность в принятии самостоятельных решений. Потребность в независимости.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Зеленый+Красный

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 4:

**Таблица 16.** Данные наблюдателя 4.

Фамилия и имя	Ш. А.
Возраст	22
Дата заполнения	16.04.2018
О себе	Средняя позитивность и активность. Экстраверт. На данный момент чувство усталости.

**Таблица 17.** Результаты для наблюдателя 4.

Выбранные цвета							
3	4	5	2	1	6	7	0
3	4	5	2	1	6	7	0
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

1) Код [+3+4]:

**Активность**, высокая мотивация достижения, потребность в обладании жизненными благами, стремление к доминированию, целенаправленность действий, непосредственность и раскрепощенность поведения, высокая самооценка, потребность в самореализации, противодействие обстоятельствам, препятствующим свободной самореализации личности, Широкий спектр увлечений, **оптимистичность**, **выраженная общительность**, **поиски новых контактов и сфер интересов**. Самооценка неустойчива, наряду с высоким уровнем притязаний неуверенность в себе, которая легко переходит в другую крайность в ситуации признания и успеха в глазах окружения.

2) Код [X5X2]:

Недоверчивость, переживание чувства обиды, стремление улучшить впечатление о себе в глазах значимых окружающих. Склонность

преувеличивать враждебность отношения к себе других. Изобретательность и богатство фантазии. Стремление упрочить свою позицию.

3) Код [=1=6]:

Застенчивость и **пассивность**, затрудняющие чувство открытости.

4) Код [-7-0]:

Потребность в ярких переживаниях, общении, неистовая увлеченность, уверенность в себе, стремление достичь большего, неумная активность.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Красный+Желтый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 5:

Таблица 18. Данные наблюдателя 5.

Фамилия и имя	Г. Ю.
Возраст	21
Дата заполнения	16.04.2018
О себе	Не выпалась, оптимист, весеннее настроение

Таблица 19. Результаты для наблюдателя 5.

Выбранные цвета							
1	4	2	5	3	0	7	6
1	5	2	4	0	7	3	6
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. результаты тестирования не совпадают, то будем интерпретировать второй выбор, как наиболее непосредственный и непринужденный, согласно книге Собчик. [11]

1) Код [+1+5]:

Пассивно-созерцательная позиция, высокая чувствительность к внешним воздействиям. Ранимость, трудности адаптации, избегание ограничений и рамок. Мечтательность и поэтичность натуры, сентиментальность. Нешаблонность мышления, стремление к своеобразным видам занятий и увлечений.

2) Код [X2X4]:

Обстоятельства способствуют неустойчивости самооценки, требуют самоутверждающегося поведения. Стремление повысить свою значимость в глазах окружающих.

3) Код [=0=7]:

Вынужденная необходимость пойти на компромисс ради сохранения добрых отношений с окружающими

4) Код [-3-6]:

Напряженность, связанная с блокированностью физиологических потребностей, чрезмерно ограничиваемых. Сложившаяся ситуация ущемляет чувство независимости. Стремление к завоеванию признания и уважения со стороны других. Неуверенность усугубляется недостатком внимания к своей персоне.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Синий+Розовый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 6:

Таблица 20. Данные наблюдателя 6.

Фамилия и имя	В. А.
Возраст	20
Дата заполнения	16.04.18
О себе	На данный момент очень злая. Оптимистичная, экстраверт, обычно веселая личность.

Таблица 21. Результаты для наблюдателя 6.

Выбранные цвета							
5	2	1	3	4	6	7	0
1	2	3	5	4	6	7	0
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. результаты тестирования не совпадают, то будем интерпретировать второй выбор, как наиболее непосредственный и непринужденный, согласно книге Собчик. [11]

1) Код [+1+2]:

Потребность в прочной и глубокой привязанности, эмоциональном комфорте и защите от внешних воздействий. Дружелюбие. Потребность в понимании, любви и поддержке является ведущей и поэтому наиболее легко травмируемой мишенью. Замкнутость, избирательность в контактах, аналитический склад ума, вдумчивый подход к решению проблем. Тормозимые черты, преобладание стремления к покою, уединенности, всплески активности быстро сменяются фазой пассивности. Вышеописанные тенденции служат инструментом для достижения нормальных условий работы и взаимодействия с окружающими на основании вдумчивого, рассудительного, трезвого подхода при решении проблем. Склонность к

системному мышлению, тяга к точным сферам знаний. Черты повышенной аккуратности и внимания к деталям.

2) Код [X3X5]:

Стремление к независимой позиции, оригинальность суждений, своеобразие интересов, увлеченность, потребность в «особых» переживаниях и отношениях, которым отдается предпочтение перед конкретными реальными целями.

3) Код [=4=6]:

Выраженная избирательность в межличностных отношениях, особенно в сфере близких, интимных отношений.

4) Код [-7-0]:

**Потребность в ярких переживаниях**, общении, неистовая увлеченность, уверенность в себе, стремление достичь большего, неумная активность.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Синий+Зеленый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности не полностью подтвердились.



Наблюдатель 7:

**Таблица 22.** Данные наблюдателя 7.

Фамилия и имя	Н. К.
Возраст	24 год
Дата заполнения	07.12.2017
О себе	Добрый, разносторонний человек. Отчетливые черты лидера. Холерик. Эмоциональное состояние – моральное удовлетворение, спокойствие, нетерпение, озабоченность.

**Таблица 23.** Результаты для наблюдателя 7.

Выбранные цвета							
2	6	3	0	4	1	7	5
2	6	3	0	4	1	7	5
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Результат:

**1) Код [+2+6]:**

Реакция на сложившуюся ситуацию внешнеобвиняющая, обидчивая. Упорство в отстаивании своих позиций неустойчиво, наталкивается на трудности в межличностных контактах, но не смотря на это широкий спектр увлечений, оптимистичность, выраженная общительность, поиски новых контактов и сфер интересов. Все силы направлены на преодоление чувства дискомфорта и неуверенности. Ощущение известной приниженности своего социального престижа.

**2) Код [X3X0]:**

Повышенная импульсивность, раздражительность. Состояние, близкое к стрессу. Активность не приводит к решению проблем и усугубляет конфликт.

**3) Код [=4=1]:**

Избирательность в межличностных контактах, особенно — близких, интимных. Диссонанс между идеалом и реальностью приносит разочарование.

**4) Код [-7-5]:**

Стресс, вызванный подавлением физиологических потребностей. Неудовлетворенное желание найти признание и общность интересов в кругу значимых окружающих вызывает повышенную напряженность самоконтроля. Сдерживаемая чувственность, потребность в уважении и внимательном отношении.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Зеленый+Коричневый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 8:

Таблица 24. Данные наблюдателя 8.

Фамилия и имя	С. С.
Возраст	23 года
Дата заполнения	07.12.2017
О себе	Добрый, веселый человек. Трудлюбивая. Избирательна в контактах. Эмоциональное состояние – спокойствие, апатия.

Таблица 25. Результаты для наблюдателя 8.

Выбранные цвета							
6	3	2	1	0	4	5	7
6	0	3	2	4	1	5	7
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. после двух выборов, результаты не совпадают, то проведем анализ, группируя последний выбор, как более спонтанный и правильный, согласно Собчик. [11]

Результат:

**1) Код [+6+0]:**

Выраженная потребность в отдыхе, состояние тревоги, беспокойство, переживание конфликта, усталость, перенапряжение. Тревожные опасения за свое здоровье. Проблемы субъективно переживаются как трудно преодолимые. Страх перед будущим. Потребность в понимании и защите от стрессов, в покое и расслаблении. Повышенная чувствительность к средовым воздействиям. Стремление освободиться от избыточной и обременительной ответственности, снижение социальной активности. Страх перед надвигающейся опасностью и трудностями.

## 2) Код [X3X2]:

Активность в преодолении трудностей, доминантность в отношениях с окружающими, стремление к лидирующей позиции, вспыльчивость в конфликтных ситуациях.

## 3) Код [=4=1]:

Избирательность в межличностных контактах, особенно — близких, интимных. Диссонанс между идеалом и реальностью приносит разочарование.

## 4) Код [-5-7]:

Напряженность, вызванная ограничением собственной независимости внешними воздействиями. Выраженный субъективизм в оценке явлений окружающей жизни, избирательность в межличностных контактах, категоричность и бескомпромиссность в принятии самостоятельных решений. Потребность в независимости.

### Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте — Коричневый+Красный;  
Коричневый+Серый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя не подтвердилось, однако, его характеристика личности совпала с расшифровкой функциональных пар.

Наблюдатель 9:

**Таблица 26.** Данные наблюдателя 9.

Фамилия и имя	Я. Л.
Возраст	24 год
Дата заполнения	07.12.2017
О себе	Добрый, чувствительный, ранимый, наивный человек. Трудлюбивая, но при этом рассеянная. Эмоциональное состояние – равнодушие, нетерпение, озабоченность, подавленность, растерянность. На данный момент испытывает потребность в личном комфорте.

**Таблица 27.** Результаты для наблюдателя 9.

Выбранные цвета							
3	1	2	5	4	6	7	0
1	4	5	2	3	7	6	0
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. после двух выборов, результаты не совпадают, то проведем анализ, группируя последний выбор, как более спонтанный и правильный, согласно Собчик. [11]

Результат:

**1) Код [+1+4]:**

Смешанный, эмоционально неустойчивый рисунок индивидуально-личностных свойств, выявляющий высокую подверженность внешним (средовым) воздействиям. Ранимость, чувствительность, зависимость от чужого мнения, повышенный самоконтроль и конформность установок

сочетаются с тенденцией к легкой смене настроения и устремлений, вживаемостью в разные социальные роли. Склонность к потребности нравиться окружающим. Энтузиазм и стремление к сопричастности интересам группы легко сменяются тенденцией уйти от излишней ответственности, участие и сопереживание более значимы, чем конкретные цели. В работе значение придается больше самому процессу, чем к окончательному результату. Большое значение придается произведенному впечатлению и дружелюбным отношениям с окружающими.

## 2) Код [X5X2]:

Недоверчивость, переживание чувства обиды, стремление улучшить впечатление о себе в глазах значимых окружающих. Склонность преувеличивать враждебность отношения к себе других. Изобретательность и богатство фантазии. Стремление упрочить свою позицию.

## 3) Код [=3=7]:

Ситуация вынуждает к сдержанности и подавлению сиюминутных потребностей.

## 4) Код [-6-0]:

Стресс, вызванный подавлением физиологических потребностей. Неудовлетворенное желание найти признание и общность интересов в кругу значимых окружающих вызывает повышенную напряженность самоконтроля. Сдерживаемая чувственность, потребность в уважении и внимательном отношении.

### Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Красный+Синий; Синий+Желтый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 10:

Таблица 28. Данные наблюдателя 10.

Фамилия и имя	К. И.
Возраст	23 год
Дата заполнения	07.12.2017
О себе	Спокойный, трудолюбивый, добрый человек. Эмоциональное состояние – радость и моральное удовлетворение. Всегда идет к своей цели. Очень ответственная.

Таблица 29. Результаты для наблюдателя 10.

Выбранные цвета							
2	3	5	6	1	4	0	7
2	3	6	5	4	0	1	7
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. после двух выборов, результаты не совпадают, то проведем анализ, группируя последний выбор, как более спонтанный и правильный, согласно Собчик. [11]

Результат:

**1) Код [+2+3]:**

Амбициозность и защитно-оборонительные тенденции, высокая поисковая активность, упорство в достижении цели, самостоятельность принятия решений, предприимчивость, инициативность. Эти характеристики усилены уверенностью в себе. Волевая активное, стрессоустойчивость, противодействие обстоятельствам, препятствующим свободной самореализации личности, развитое чувство соперничества, увлеченность и

стремление к преодолению стоящих на пути к реализации своих намерений препятствий.

**2) Код [X6X5]:**

Обостренная чувствительность к средовым воздействиям. Сужена зона жизненного комфорта. Потребность в индивидуализированном и бережном подходе. Избирательность, капризность, стремление к удовлетворению своих прихотливых вкусов.

**3) Код [=4=0]:**

Потребность в общении при выраженной избирательности в межличностных контактах. Неуверенность в себе и стремление к избеганию конфликтов.

**4) Код [-1-7]:**

**Стресс.** Блокирована потребность в независимости. **Ситуация вызывает неудовлетворенность.** Повышенный самоконтроль помогает скрыть свою ранимость. Сложившиеся отношения тягостны, однако потребность в свободе действий сталкивается с опасениями в разрыве контактов, создающих атмосферу доброжелательности и сотрудничества. **Беспокойство,** нарушающее продуктивную концентрацию внимания.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Зеленый+Красный

Результаты теста и опрос наблюдателя перед ним во многих аспектах расходятся. Однако, некоторые аспекты личности подтверждаются.



Наблюдатель 11:

Таблица 30. Данные наблюдателя 11.

Фамилия и имя	П. К.
Возраст	23 год
Дата заполнения	28.12.2017
О себе	Активный, амбициозный, вспыльчивый человек. Холерик. Эмоциональное состояние – моральное удовлетворение, спокойствие, равнодушие, некое состояние раздраженности. Общительный человек, открыта для новых контактов.

Таблица 31. Результаты для наблюдателя 11.

Выбранные цвета							
4	3	6	2	7	1	0	5
7	3	2	4	0	6	1	5
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. после двух выборов, результаты не совпадают, то проведем анализ, группируя последний выбор, как более спонтанный и правильный, согласно Собчик. [11]

Результат:

**1) Код [+7+3]:**

Избыточная **возбудимость**. **Повышенная импульсивность**. **Склонность к неожиданным своевольным поступкам** в состоянии аффекта. Возможно агрессивное состояние.

**2) Код [X2X4]:**

Обстоятельства способствуют неустойчивости самооценки, требуют самоутверждающегося поведения. Стремление повысить свою значимость в глазах окружающих.

**3) Код [=0=6]:**

Потребность в большей эмоциональной вовлеченности.

**4) Код [-1-5]:**

Болезненно переживается отсутствие возможности реализовать потребность в любви и теплых отношениях; стремление избавиться от гнетущего состояния, нетерпеливость; потребность в понимании и доброжелательных отношениях не удовлетворена. Напряженность вызывает чувство раздражения.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Желтый+Красный; Черный+Красный

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 12:

Таблица 32. Данные наблюдателя 12.

Фамилия и имя	С. Д.
Возраст	24 год
Дата заполнения	28.12.2017
О себе	Активный и терпеливый человек. Эмоциональное состояние – равнодушие, апатия, нетерпение. Общительный.

Таблица 33. Результаты для наблюдателя 12.

Выбранные цвета							
4	0	7	1	5	3	2	6
4	1	0	5	7	3	2	6
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. после двух выборов, результаты не совпадают, то проведем анализ, группируя последний выбор, как более спонтанный и правильный, согласно Собчик. [11]

Результат:

**1) Код [+4+1]:**

Неустойчивость фона настроения, противоречивость реакций. Потребность в действии, эмоциональной вовлеченности, в переменах, в общении. Оптимистичность, эмоциональная неустойчивость, легкое вживание в разные социальные роли, демонстративность, потребность нравиться окружающим. Тенденция к избеганию ответственности. В выборе вида деятельности наибольшее значение придается тому, чтобы сам процесс деятельности приносил удовольствие. Любые формальные рамки тесны и плохо переносятся. Дружелюбие. Некоторая избирательность в контактах,

аналитический склад ума, менее беспечный подход к решению проблем, временами стремления к покою, уединенности, всплески активности быстро сменяются фазой пассивности. Склонность к перепадам в настроении — от приподнятого до грустного. Выраженная зависимость от средовых воздействий и от ситуации успеха-неуспеха.

**2) Код [X0X5]:**

**Пассивность и осторожность** мешают гармонизации отношений, которым придается идеальная окраска.

**3) Код [=7=3]:**

В связи с обстоятельствами, ограничивающими свободу действий, вынужденный отказ от самореализации.

**4) Код [-2-6]:**

**Эмоциональная напряженность** связана с перенапряжением избыточного **самоконтроля**, используемого как инструмент для завоевания расположения и уважения других.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Желтый+Серый; Желтый+Синий

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 13:

Таблица 34. Данные наблюдателя 13.

Фамилия и имя	С. Ж.
Возраст	23 год
Дата заполнения	07.12.2017
О себе	Спокойное, но слегка нервное состояние. Каких-либо физиологических потребностей нет. Эмоциональное состояние – сдержанность и озабоченность. Закрытая, очень избирательная в контактах личность. Перфекционист.

Таблица 35. Результаты для наблюдателя 13.

Выбранные цвета							
5	3	1	2	6	7	0	4
5	3	1	2	6	7	0	4
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Результат:

**1) Код [+5+3]:**

Трудности социальной адаптации в силу повышенной чувствительности ко всему новому. Здоровый перфекционизм. Повышенная сдержанность, потребность в самореализации при недостаточно развитом контроле. Нешаблонный подход к решению проблем, склонность к расширению сферы интересов, увлеченность. Стремление привлечь внимание окружающих, высокий уровень притязаний, избирательность в контактах, своеобразие интересов. Адаптация затрудняется в жестко регламентированной ситуации и в контактах с людьми категоричными и нетерпимыми.

**2) Код [X1X2]:**

Упорядоченность, методичность и самостоятельность действий. Потребность в сочувствии и понимании, самоуважении и уважении со стороны значимых окружающих.

### **3) Код [=6=7]:**

Вынужденная уступчивость. Физиологические потребности в зоне относительного комфорта. Трудности вынуждают проявить уступчивость и временно отказаться от реализации своих намерений.

### **4) Код [-0-4]:**

**Состояние стресса** в связи с блокировкой непосредственного поведения, невозможностью реализовать потребность в радостном общении, беззаботном существовании. **Неуверенность, тревожная настороженность.** Болезненно переживается неудовлетворенное тщеславие, потребность нравиться окружающим. Отказ от компромиссов, упорство в ирреальных притязаниях.

### Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Розовый+Красный

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 14:

**Таблица 36.** Данные наблюдателя 14.

Фамилия и имя	Г. С.
Возраст	23
Дата заполнения	22.04.2018
О себе	Немного нервное, но в целом спокойное эмоциональное состояние. Дружелюбный, веселый человек, избирателен в окружающих его людях. В сочетании со спокойным характером присутствуют всплески активности.

**Таблица 37.** Результаты для наблюдателя 14.

Выбранные цвета							
1	2	3	4	7	6	0	5
1	2	3	4	7	6	0	5
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Результат:

**1) Код [+1+2]:**

Потребность в прочной и глубокой привязанности, эмоциональном комфорте и защите от внешних воздействий. Дружелюбие. Потребность в понимании, любви и поддержке является ведущей и поэтому наиболее легко травмируемой мишенью. Замкнутость, избирательность в контактах, аналитический склад ума, вдумчивый подход к решению проблем. Повышенное чувство собственного достоинства, потребность в самоуважении. Склонность к системному мышлению, тяга к точным сферам знаний. Деликатность в сфере межличностных контактов сочетается с

упрямством в отстаивании своей позиции. Черты повышенной аккуратности и внимания к деталям.

**2) Код [X3X4]:**

Общительность, легкая переключаемость на другие виды деятельности. Откликаемость на средовые воздействия, чувствительность к изменениям микроклимата в социуме.

**3) Код [=7=6]:**

Вынужденная установка на компромиссное поведение и временный отказ от реализации некоторых намерений. Физиологические потребности не блокированы.

**4) Код [-0-5]:**

**Стресс.** Тенденция к излишней доверчивости в качестве защитного механизма вызывает повышенную требовательность к искренности окружающих, особенно в контактах узкого круга.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Синий+Зеленый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.



Наблюдатель 15:

Таблица 38. Данные наблюдателя 15.

Фамилия и имя	Р. М.
Возраст	23
Дата заполнения	22.04.2018
О себе	Апатия, нервное состояние, уныние. Каких-либо физиологических потребностей нет. Присутствует эмоциональная потребность в поддержке, общении, налаживании контактов. Добрый, тихий, закрытый человек. Аккуратность. Избирательность в людях.

Таблица 39. Результаты для наблюдателя 15.

Выбранные цвета							
1	2	0	6	7	3	5	4
1	2	0	6	7	3	5	4
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Результат:

**1) Код [+1+2]:**

Потребность в прочной и глубокой привязанности, эмоциональном комфорте и защите от внешних воздействий. Дружелюбие, потребность в понимании, любви и поддержке является ведущей и поэтому наиболее легко травмируемой мишенью. Замкнутость, избирательность в контактах, аналитический склад ума, вдумчивый подход к решению проблем. Склонность к системному мышлению, тяга к точным сферам знаний. Деликатность в сфере межличностных контактов сочетается с упрямством в

отстаивании своей позиции. Черты повышенной аккуратности и внимания к деталям.

**2) Код [X0X6]:**

Пассивность и осторожность мешают гармонизации отношений, которым придается идеальная окраска.

**3) Код [=7=3]:**

В связи с обстоятельствами, ограничивающими свободу действий, вынужденный отказ от самореализации.

**4) Код [-5-4]:**

Блокирована потребность в спонтанной самореализации без обременительной ответственности и в сохранении собственной индивидуальности. Состояние характеризуется уходом от межличностных контактов в мир собственных переживаний. Сдержанность в проявлении чувств, недоверчивость, настороженность. Подавлены творческие наклонности.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Синий+Зеленый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 16:

Таблица 40. Данные наблюдателя 16.

Фамилия и имя	П. Ю.
Возраст	34 года
Дата заполнения	08.05.2018
О себе	Активный, веселый, оптимистичный человек. Трудолюбивый. Как таковых потребностей на данный момент нет. Эмоциональное состояние нервное. Требуется поддержка близкого человека.

Таблица 41. Результаты для наблюдателя 16.

Выбранные цвета							
4	5	7	3	1	0	2	6
4	5	3	2	1	7	0	6
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Т.к. после двух выборов, результаты не совпадают, то проведем анализ, группируя последний выбор, как более спонтанный и правильный, согласно Собчик. [11]

Результат:

**1) Код [+4+5]:**

Потребность в общении, эмоциональной вовлеченности. Оптимистичность. В выборе вида деятельности наибольшее значение придается тому, чтобы сам процесс деятельности приносил удовольствие. Любые формальные рамки тесны и плохо переносятся. Выраженная эмоциональная переключаемость без глубины переживаний и непостоянство в привязанностях. Художественный склад мышления, элементы артистизма в поведении,

потребность в сильных переживаниях, богатое воображение, повышенная ранимость, впечатлительность, **мечтательность**.

**2) Код [X3X2]:**

**Активность в преодолении трудностей**, стремление к лидирующей позиции, вспыльчивость в конфликтных ситуациях.

**3) Код [=1=7]:**

Уступчивость. Самолюбивое отстаивание своих позиций в данный момент не актуально, оборонительные тенденции смягчены доверием к окружающим.

**4) Код [-0-6]:**

**Подавление физиологических потребностей. Неудовлетворенная потребность в отношениях, полных взаимопонимания, с тенденцией сохранить свое превосходство.**

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Желтый+Розовый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтвердились.

Наблюдатель 17:

Таблица 42. Данные наблюдателя 17.

Фамилия и имя	Д. А.
Возраст	25
Дата заполнения	16.04.2018
О себе	Стресс, слегка равнодушное эмоц. состояние. Добрый, веселый, слегка вспыльчивый человек. Присутствуют черты осторожного человека.

Таблица 43. Результаты для наблюдателя 17.

Выбранные цвета							
5	4	1	0	7	2	6	3
5	4	1	0	7	2	6	3
Функция цвета							
+	+	X	X	=	=	-	-

Результат:

**1) Код [+5+4]:**

Индивидуализм и повышенная чувствительность как черта характера. Выраженная эмоциональная неустойчивость, быстрая переключаемость внимания, легкое вживание в разные социальные роли. Высокий, но неустойчивый уровень самооценки, на которую оказывает влияние мнение окружающих. Развитое воображение, богатая фантазия, художественный стиль восприятия.

**2) Код [X1X0]:**

Дружелюбие, контролируемость чувств и поступков, избирательность в контактах, необходима спокойная обстановка.

**3) Код [=7=2]:**

В связи с обстоятельствами, ограничивающими свободу действий, вынужденный отказ от реализации намерений и упорства в отстаивании своей позиции.

**4) Код [-6-3]:**

**Стресс**, связанный с подавлением физиологических потребностей.

Промежуточный вывод:

Цвета стоящие на первом месте – Розовый+Желтый

По результатам теста эмоциональное состояние наблюдателя и некоторые особенности личности подтверждаются.

### 3.3 Анализ результатов.

На данный момент времени выявлены следующие цветовые сочетания, наиболее приятные людям, которые могут послужить основой для составления различных вариантов фиктивных цветов для программ компьютерного расчета и проектирования освещения.

Таблица 44. Цветовые сочетания.

Цветовое сочетание	Кол-во человек, выбравших его
Розовый+красный	2
Зеленый+красный	2
Красный+желтый	2
Синий+розовый	1
Синий+зеленый	3
Зеленый+коричневый	1
Коричневый+красный	1
Коричневый+серый	1
Красный+синий	1
Синий+желтый	2
Черный+красный	1
Желтый+серый	1
Желтый+розовый	3



Рис. 36. **Процентное соотношение выбранных цветовых сочетаний.**

Что касается эмоционального состояния: я выявила для себя 3 группы людей. 1-я группа – это те, у кого подтвердилось эмоциональное состояние и особенности личности (которые они описали предварительно в опросном листе). Таких людей оказалось 59% от общего числа наблюдателей. Затем 2-я группа (29% от общего числа наблюдателей) – это те, у кого подтвердилось либо эмоциональное состояние (60% от наблюдателей 2-ой группы), либо особенности личности (40% от наблюдателей 2-ой группы). Ну и 3-я группа – это те, у кого не подтвердилось ни эмоциональное состояние, ни особенности личности. Таких людей оказалось 12% от общего числа наблюдателей.



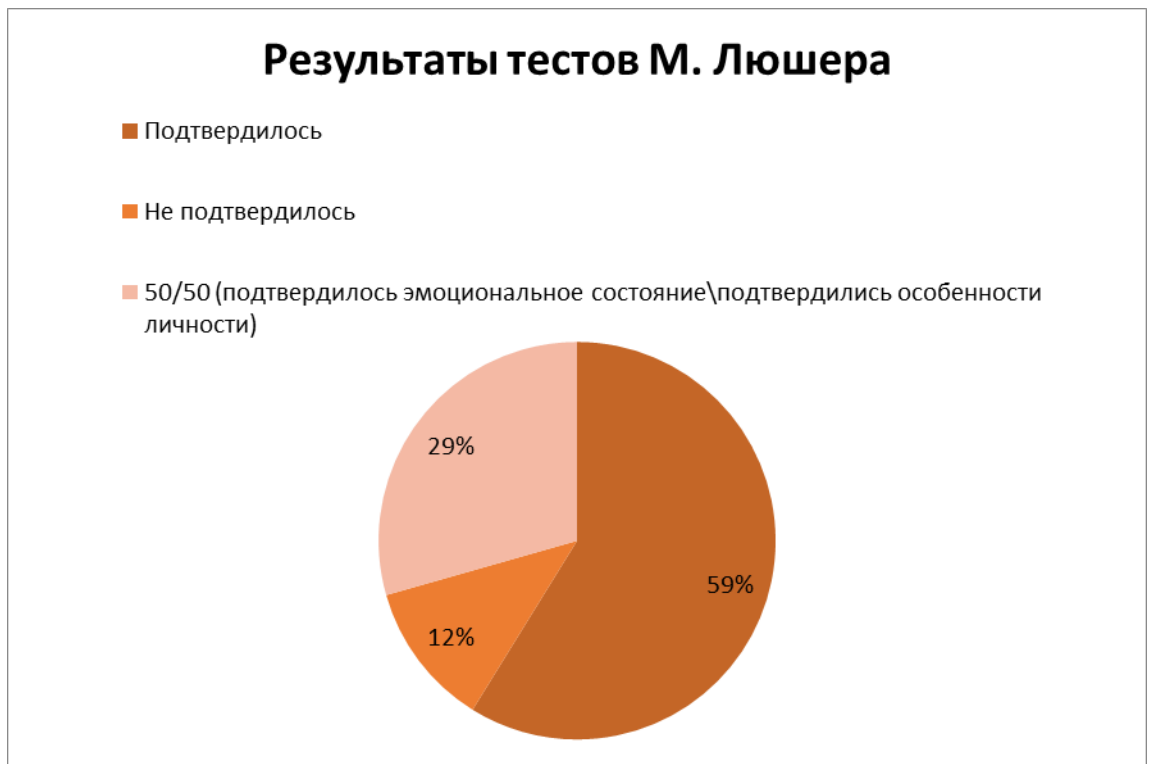


Рис. 37. Процентное соотношение полученных результатов проведенного теста.

Проанализировав полученные результаты, я для себя выявила несколько групп людей (группировка проводилась по цветовым сочетаниям, которые были первой функциональной парой – первым сочетанием цифр) и, соответственно, несколько групп цветовых сочетаний, которые можно было бы использовать в качестве оформления диаграмм освещенности и яркости в программах расчета и проектирования осветительных установок. Использовалось первое цветовое сочетание, потому что, так называемая «функция цветов» [11] (имеется в виду цветовая пара), стоящих на первом месте при выборе наблюдателей выражает «явное предпочтение», т.е. свидетельствует о настоящих предпочтениях наблюдателя, в том числе и цветовых.

1 выбранное сочетание: Желтый+Розовый



Рис. 38. Первое наиболее популярное цветовое сочетание.

Данное сочетание было выявлено, как наиболее популярное при обработке результатов. Для дальнейшего составления цветовой последовательности возьмем данную цветовую гамму за основу и попробуем составить более гармоничные сочетания цветов.

1 полученная последовательность:

Цветовые предпочтения одной из выявленных групп наблюдателей позволили найти похожее цветовое сочетание из гармоничных триад справочника М.В. Матюшина [18]. При этом близкое цветовое сочетание использовалось в работе Шамоновой А.А. [21] для оформления географических карт. Она была предложена ею на замену неудачному сочетанию и получила оценку наблюдателей в 3,38 балла по пятибалльной шкале качества метода категорий ГОСТа 26320-84 [26].



Рис. 39. Полученная цветовая гамма из справочника Матюшина М.В.

Далее, взяв за основу данную цветовую гамму, я постаралась реализовать цветовую последовательность для псевдоцветов в программе Dialux, подобрав шаг в ячейке под названием «Яркость» в самой программе

таким образом, чтобы каждый последующий цвет был выше, в частности по яркости, а в целом по цветовому контрасту, что подтверждается измерениями. Данные по каждому цвету представлены в табл. 45.

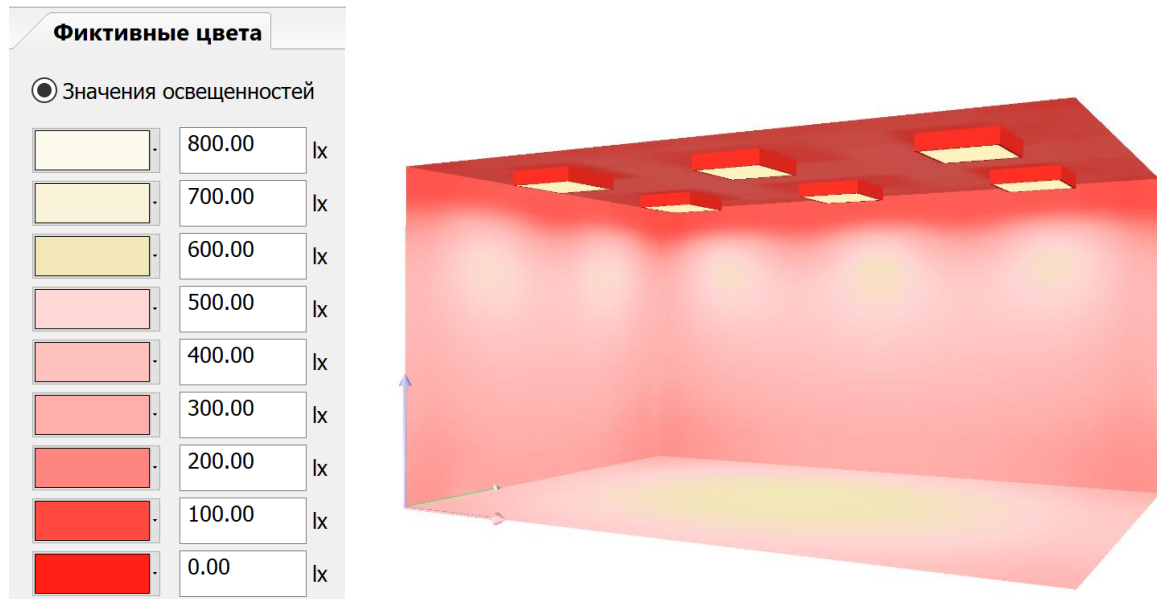


Рис. 40. Полученный цветовой ряд и реализация псевдоцветов.

Численные величины освещенностей выставлены таким образом, что: значения розового оттенка цвета соответствуют выполнению норм (норма горизонтальной освещенности для офисных помещений, а именно, рабочей зоны, согласно СП 52.13330.2016 – 500 лк), а жёлтые цвета - относятся к значениям освещённости, превышающих норму.

2 выбранное сочетание: Синий+Зеленый



Рис. 41. Второе наиболее популярное цветовое сочетание

Данное цветовое сочетание также было выявлено, как наиболее популярное при обработке результатов. Как и в первом случае, будем использовать данную цветовую гамму как основную и в дальнейшем выберем более гармоничное цветовое сочетание для составления цветовой последовательности псевдоцветов.

## 2 полученная последовательность:

Это цветовое сочетание было также подобрано из гармоничных триад справочника Матюшина М.В. по цвету, как наиболее похожее на исходную цветовую пару. Похожие цветовые сочетания использовались в работах Шамоновой А.А. (сочетание №9, которое получило одну из высоких оценок – 4,38 по шкале качества метода категорий ГОСТа 26320-84, и было предложено, в рамках работы, как прямая замена для оформления физической карты вода-суша) и Ковенкова Р. (среда и связка из триады №2, которая получила оценку 4,2 балла по шкале качества метода категорий в эксперименте на гармонию применения для многоэтажного здания).



Рис. 42. Полученное цветовое сочетание из справочника Матюшина М.В.

Так же как и при составлении первой последовательности, взяв за основу данную цветовую гамму, я постаралась реализовать цветовую последовательность для псевдоцветов в программе Dialux, подобрав шаг в ячейке под названием «Яркость» в самой программе таким образом, чтобы каждый последующий цвет был выше по яркости, что подтверждается измерениями (табл. 45).

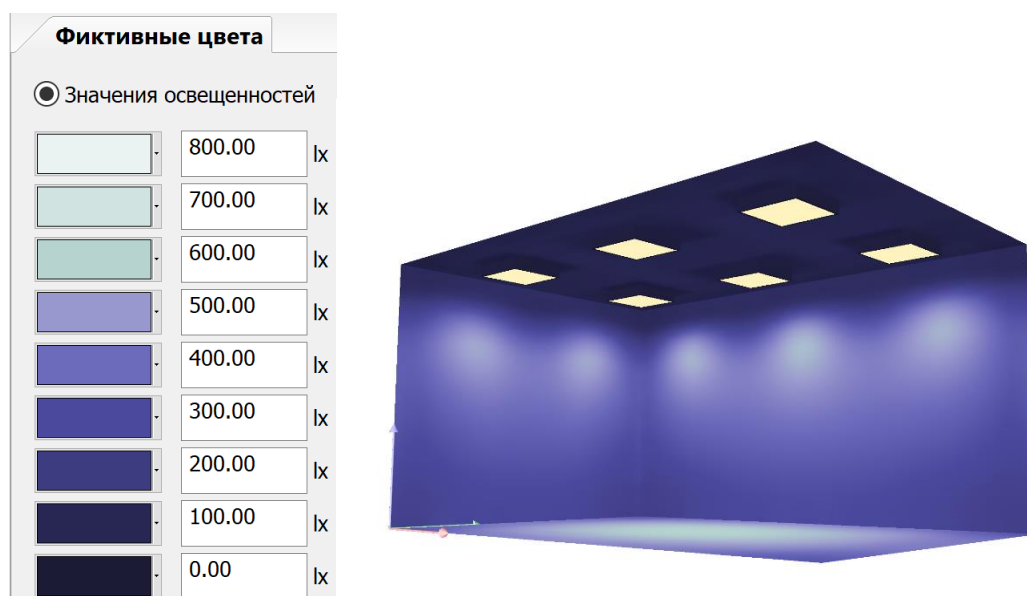


Рис. 43. Полученный цветовой ряд и реализация фиктивных цветов.

Численные величины освещенностей выставлены таким образом, что: значения синего оттенка цвета соответствуют выполнению норм (норма горизонтальной освещенности для офисных помещений, а именно, рабочей зоны, согласно СП 52.13330.2016), а зеленые цвета – относятся к значениям освещенности, превышающих норму.

3 выбранное сочетание: Красный+Желтый

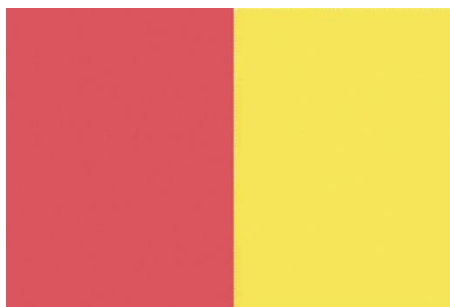


Рис. 44. Третье наиболее популярное цветовое сочетание

Данное цветовое сочетание также было выявлено, как наиболее популярное при обработке результатов. Как и в предыдущих вариантах, будем использовать данную цветовую гамму как основную и в дальнейшем выберем более гармоничное цветовое сочетание для составления цветовой последовательности для псевдоцветов.

### 3 полученная последовательность:

Данное цветовое сочетание было выбрано из магистерской диссертации Ковенкова Руслана [20], как лучшее гармоничное сочетание, используемое в эксперименте на чистую гармонию со средним баллом 4,4, оцененное наблюдателями по шкале качества, представленной в ГОСТ 26320-84, по результатам эксперимента.



Рис. 45. Полученное цветовое сочетание из работы Ковенкова Р.

Следовав тому же принципу, как и в предыдущих вариантах, составим последовательность, взяв за основу данную цветовую гамму, подобрав шаг в ячейке под названием «Яркость» в программе «Dialux» таким образом, чтобы каждый последующий цвет был выше по яркости и в целом цветовому контрасту, что подтверждается измерениями (табл. 45).

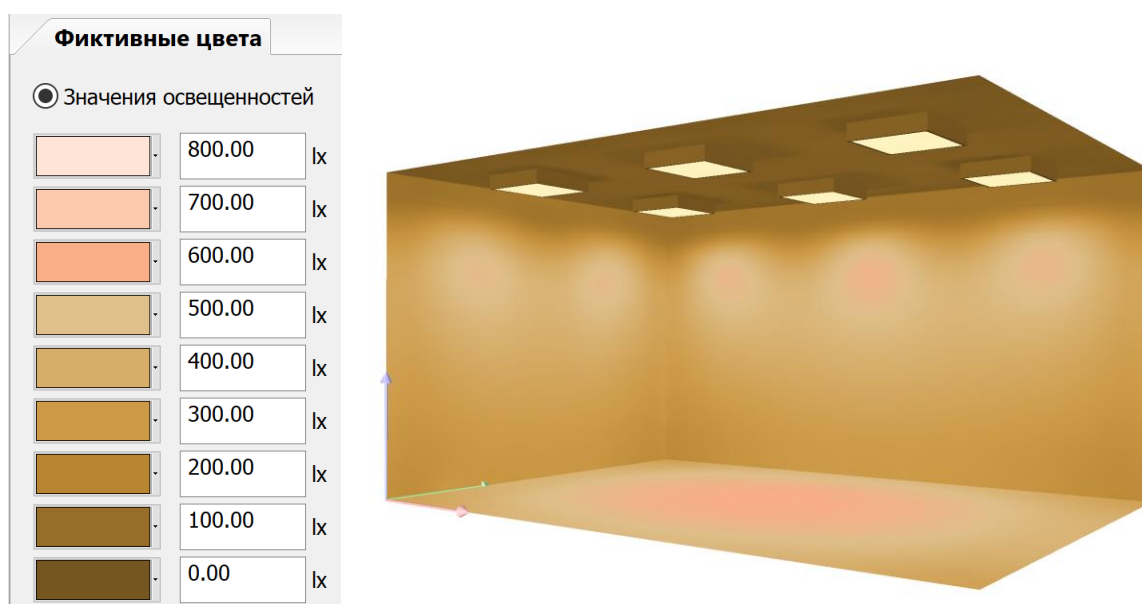

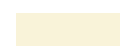
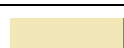
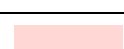
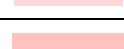













Рис. 46. Полученный цветовой ряд и реализация псевдоцветов.



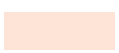








Численные величины освещенностей выставлены таким образом, что: значения желто-коричневого оттенка цвета соответствуют выполнению норм (норма горизонтальной освещенности для офисных помещений, а именно, рабочей зоны, согласно СП 52.13330.2016), а розовые цвета – относятся к значениям освещенности, превышающих норму.

Для каждого цвета в последовательностях я измерила координаты цветности при помощи спектроанализатора Konica Minolta CL-70F (результаты см. на рис. 47-49), а также яркости при помощи яркомера Konica Minolta LS-100. После этого было рассчитан цветовой контраст в порогах в по инженерной методике Беляевой Н.М. [6] для равноконтрастной системы проф. Матвеева А.Б. (результаты см. в табл. 45).

**Таблица 45.** Сводная таблица расчета порогов цветовых сочетаний.

№ сочетания	Вид	Яркость, кд/м <sup>2</sup>	x	y	Яркость, %	Обозначение	L1\L2	n	l, мм	K <sub>s</sub>	K <sub>ц</sub>	K <sub>цв</sub>
1.1		338	0.3201	0.3350	98,26							
1.2		318	0.3313	0.3487	92,44	1.1\1.2	0,940828	0,96	3	1	10	10
1.3		287	0.3495	0.3748	83,43	1.2\1.3	0,902516	0,95	4	2	13	14
1.4		272	0.3380	0.3254	79,07	1.3\1.4	0,947735	0,96	7	3	23	23
1.5		231	0.3567	0.3285	67,15	1.4\1.5	0,849265	0,92	4	7	13	15
1.6		194	0.3776	0.3299	56,40	1.5\1.6	0,839827	0,92	5	8	16	18
1.7		143	0.4297	0.3360	41,57	1.6\1.7	0,737113	0,91	11	15	34	37
1.8		78	0.5692	0.3461	22,67	1.7\1.8	0,545455	0,89	32	26	97	100
1.9		58	0.6226	0.3359	16,86	1.8\1.9	0,74359	0,91	15	18	47	50
2.1		331	0.3071	0.3237	96,22							
2.2		275	0.3008	0.3239	79,94	2.1\2.2	0,830816	0,94	2	7	7	10
2.3		233	0.2934	0.3261	67,73	2.2\2.3	0,847273	0,94	3	11	10	15
2.4		131	0.2670	0.2521	38,08	2.3\2.4	0,562232	0,89	15	28	46	53
2.5		70	0.2348	0.1993	20,35	2.4\2.5	0,534351	0,89	12,5	31	38	49
2.6		33	0.2120	0.1595	9,59	2.5\2.6	0,471429	0,87	10	29	30	42
2.7		20	0.2150	0.1625	5,81	2.6\2.7	0,606061	0,91	3	18	10	21



2.8		7	0,2237	0,1734	2,03	2.4.7\2.4.8	0,35	0,83	4	12	12	17
2.9		2,5	0,2424	0,1987	0,73	2.4.8\2.4.9	0,357143	0,84	8	16	23	28
3.1		305	0,3322	0,3348	88,66							
3.2		241	0,3623	0,3504	70,06	3.1\3.2	0,790163934	0,92	6,5	8	21	22
3.3		188	0,3963	0,3658	54,65	3.2\3.3	0,780082988	0,918	7	11	22	25
3.4		157	0,3911	0,4024	45,64	3.3\3.4	0,835106383	0,94	5	12	16	20
3.5		136	0,4145	0,42	39,53	3.4\3.5	0,866242038	0,948	4,48	9	15	17
3.6		109	0,4501	0,4389	31,69	3.5\3.6	0,801470588	0,94	6	9	20	22
3.7		68	0,4437	0,4293	19,77	3.6\3.7	0,623853211	0,91	2,5	22	8	23
3.8		44	0,4297	0,417	12,79	3.7\3.8	0,647058824	0,916	2,4	17	8	19
3.9		22	0,4084	0,3864	6,40	3.8\3.9	0,5	0,89	6	21	19	28

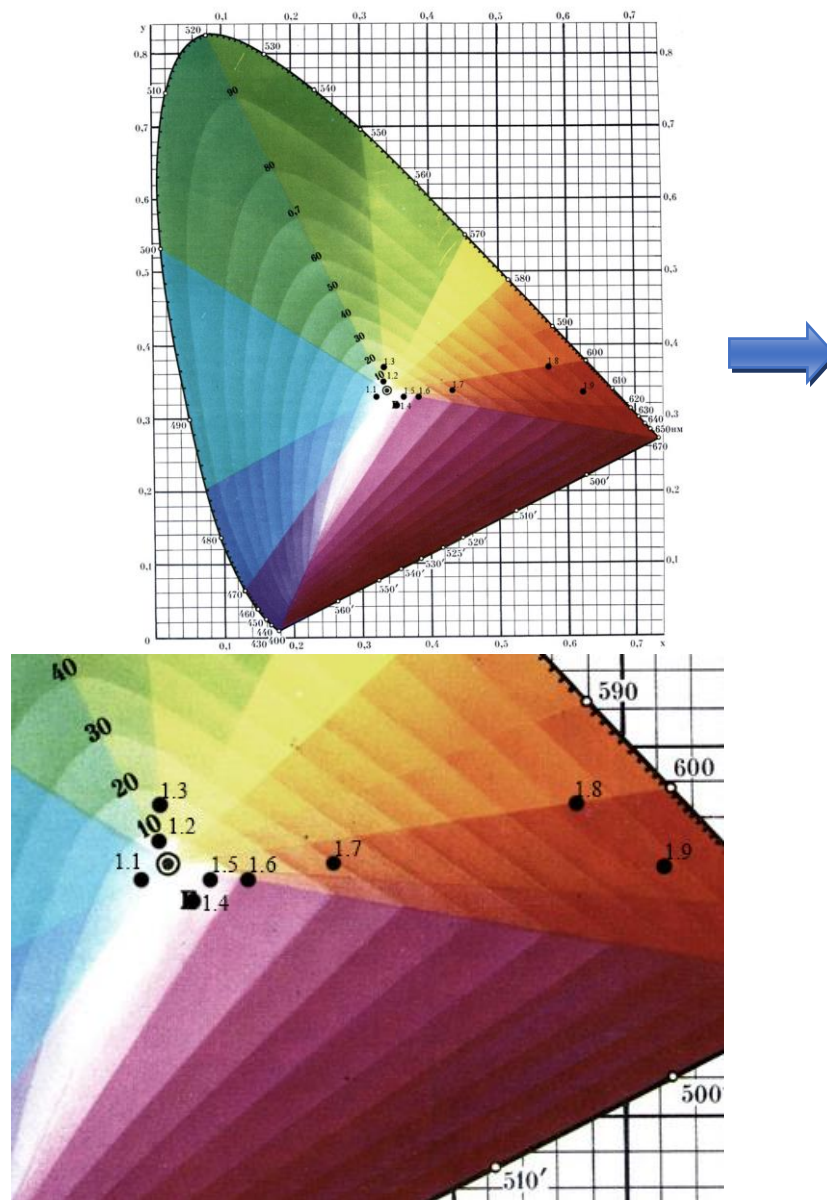


Рис. 47. Цвета из 1 последовательности на графике цветности МКО 1931г.

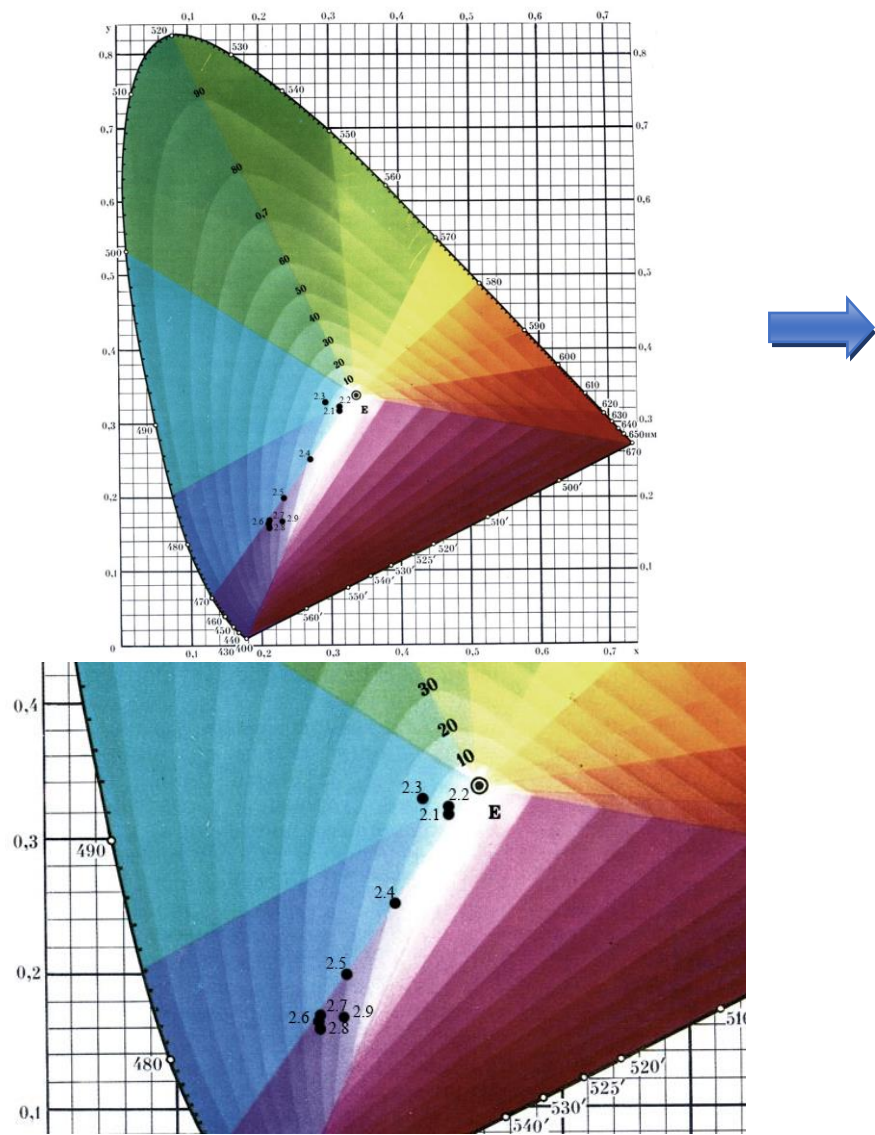


Рис. 48. Цвета из 2 последовательности на графике цветности МКО 1931г.

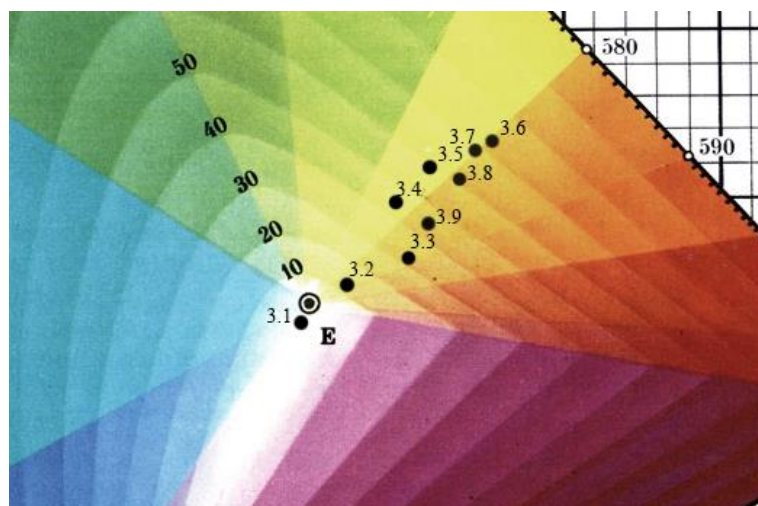
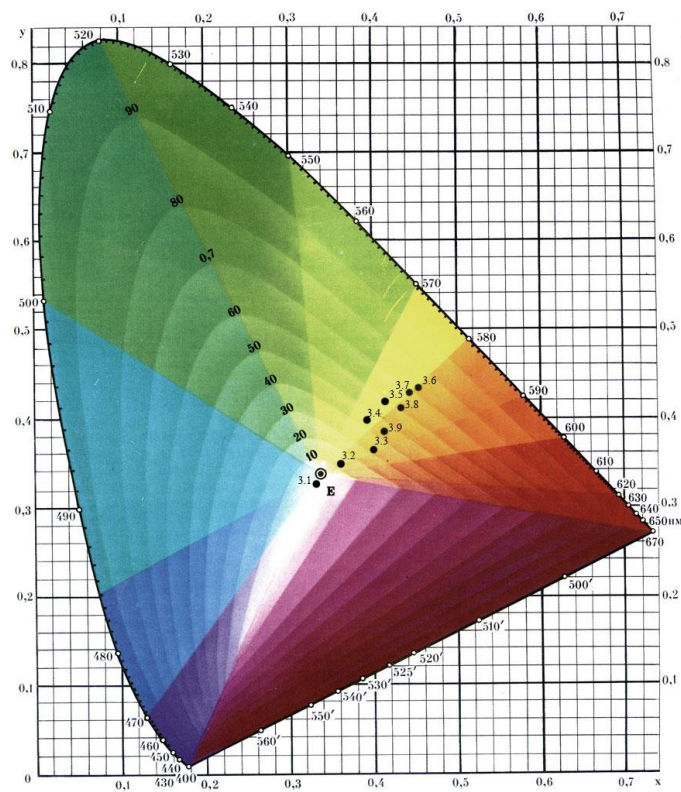


Рис. 49. Цвета из 3 последовательности на графике цветности МКО 1931г.

### 3.4 Выводы по исследованию

Как уже говорилось ранее, целью данной работы является создание и предложение нескольких вариантов цветowych последовательностей для псевдоцветов в программе расчета и проектирования осветительных установок Dialux.

Анализируя данные таблицы 45 можно сделать вывод, что расстояния в порогах между соседними цветами во всех последовательностях не меньше 10 порогов, что вполне достаточно, чтобы отличить один цвет от соседнего при изучении человеком диаграммы распределения освещённости (яркости). Данное наблюдение можно подтвердить исследованиями Трегубовой (Шугаровой) Л. Н., т.к. в своей магистерской диссертации она выявила, что при малой области светлот (0-10 ед.) цветовой контраст в 10 – 14 порогов считается достаточным [22]. В своем исследовании я не стремилась выбирать строго определенные цветности, на мой взгляд, цвета должны быть самое главное гармоничными (что подтверждается ссылками на исследования кафедры в области цветовой гармонии), а также с шагом в цветовом контрасте не менее 10 порогов [21]. Причем, один из параметров восприятия цвета – светлота растет с увеличением освещенности (яркости). Очень важно и предложение кодировать одним цветом значения освещённости (яркости) в диаграммах, соответствующие нормам, а другим – не соответствующие.

Главным выводом из своего исследования я считаю полученные цветowych последовательности, которые возможно использовать в качестве оформления псевдоцветов диаграмм освещенности и яркости в программе Dialux 4.13 для расчета и проектирования осветительных установок. Ниже приводится небольшая инструкция по выставлению цветowych последовательностей для оформления

псевдоцветов, найденных в рамках данной работы, а также в таблице 46 приводятся данные, которые необходимо ввести в выпадающее окошко «Цвет» в программе, чтобы выставить необходимую последовательность.

### **Инструкция по выставлению цветовой последовательности для оформления псевдоцветов.**

«Уважаемые пользователи и коллеги, Вашему вниманию предлагается ознакомиться с инструкцией по выставлению гармоничной цветовой последовательности для оформления псевдоцветов программы Dialux 4.13.

1. Необходимо в меню самой программы нажать кнопку «Псевдоцвета».

2. В окне «Менеджер проекта» появятся варианты отображения (цветовые последовательности) псевдоцветов, которые предлагают разработчики программы.

3. Далее Вам нужно «нажать» на каждый цвет для выставления необходимых значений.

4. При необходимости можно ввести свои значения освещенностей\яркостей.

5. Последним шагом необходимо нажать кнопку «Перенять»

На рисунке 50, я привела визуальную пошаговую инструкцию.

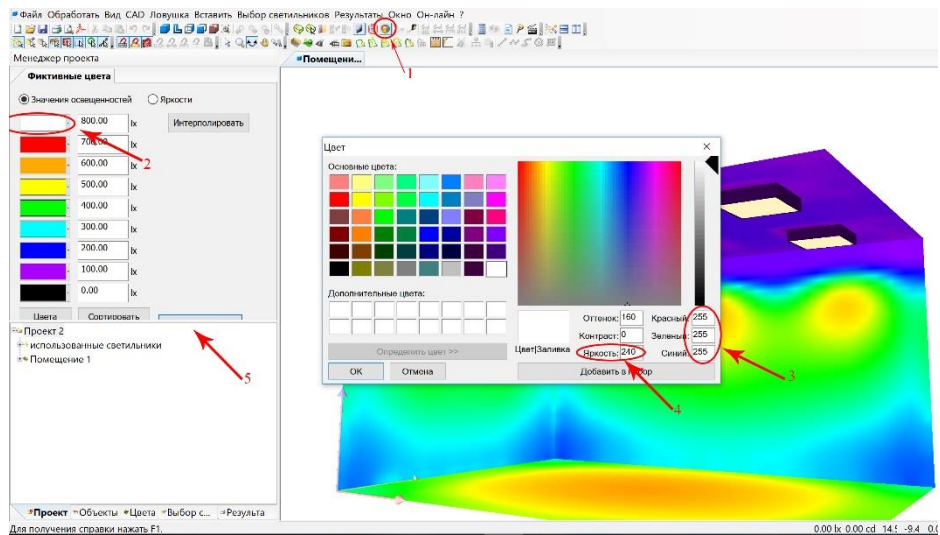
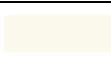
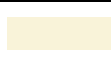
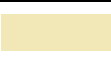















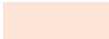










Рис. 50. Пошаговая инструкция по выставлению гармонично цветовой последовательности псевдоцветов для программы Dialux 4.13.

Таблица 46. Необходимые данные каждого цвета из последовательности.

№	Обозначение цвета	Красный	Синий	Зеленый	Яркость
1 последовательность					
1		252	250	237	230
2		249	243	217	219
3		242	232	183	200
4		255	215	213	220
5		255	194	191	210
6		255	174	170	200
7		255	134	128	180
8		255	73	64	150
9		255	33	21	130
2 последовательность					
1		235	243	242	225
2		208	227	225	205
3		182	211	208	185
4		152	151	206	168
5		108	106	187	138

6		75	73	157	108
7		62	60	128	88
8		40	39	84	58
9		28	27	54	38
3 последовательность					
1		253	228	215	220
2		251	201	174	200
3		248	174	135	180
4		223	191	138	170
5		214	173	105	150
6		205	154	71	130
7		184	134	50	110
8		150	109	41	90
9		117	85	32	70

Также, одним из предложений может служить то, что имея в цветовой последовательности два преобладающих цвета, можно выстроить цвета таким образом, чтобы отметить переход из одного цвета в другой невыполнением норм по освещенности или яркости в зависимости от задачи, которая стоит перед проектировщиком.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- В рамках данной магистерской диссертации был произведен литературный анализ достаточно большого количества литературы, а также электронных ресурсов - 26 позиций. Также мной были использованы такие базы данных научных публикаций как «Scopus» и «Elibrary».
- В работе были рассмотрены такие вопросы как: зрительная система человека, цвет и цветовое зрение, цветовая гармония. Рассмотрены вопросы построения равноконтрастных систем, а в частности, система профессора Матвеева А.Б. Уделено внимание психофизическому восприятию цвета, а также цветовой диагностики эмоционального состояния человека. В рамках литературного анализа данных была найдена статья М. В. Соколовой и др. на английском языке, посвященная влиянию цвета на эмоциональное состояние человека и переведена на русский язык.
- В продолжение бакалаврской работы был использован тест М. Люшера, как наиболее точный. Восмицветовой тест М. Люшера представляет собой набор из 8 цветов, которые наблюдатель должен будет поочередно выбирать по предпочтению (а затем убирать из набора), следуя инструкции.
- В лаборатории кафедры Светотехники ФГБОУВО «НИУ «МЭИ» при помощи яркомера LUMINANCE METER LS-100 и спектроанализатора Konica Minolta CL-70F были измерены координаты цветности  $x$ ,  $y$  и яркость  $L$  на контрольном ЖК-дисплее компьютера, а также определены чистота и доминирующая длина волны всех исследуемых цветов.

- Используя равноконтрастную систему профессора Матвеева А.Б. были произведены расчеты цветовых порогов для всех цветовых последовательностей по инженерной методике Беляевой Н.М.
- Экспериментальная часть работы состояла в проведении восьмицветового теста М. Люшера для того, чтобы выявить цветовые предпочтения наблюдателей, а в последствие создать гармоничные цветовые последовательности для оформления диаграмм распределения освещенности и яркости в программе расчета и проектирования освещения Dialux 4.13. При анализе результатов данного теста удалось выявить 3 варианта цветовых пар, цветовую гамму которых я в дальнейшем использовала при составлении цветовых последовательностей. Это цветовая пара «Желтый+Розовый» (14% от всех выявленных цветовых сочетаний), «Синий+Зеленый» (14% от всех выявленных цветовых сочетаний) и «Красный+Желтый» (10% от всех выявленных цветовых сочетаний).



Рис. 51. **Процентное соотношение выбранных цветовых пар.**

Основные результаты теста (определение эмоционального состояния) я разделила на 3 группы. 1-я группа – это те, у кого подтвердилось эмоциональное состояние и особенности личности (которые они описали предварительно в опросном листе). Таких людей оказалось

59% от общего числа наблюдателей. Затем 2-я группа (29% от общего числа наблюдателей) – это те, у кого подтвердилось либо эмоциональное состояние (60% от наблюдателей 2-ой группы), либо особенности личности (40% от наблюдателей 2-ой группы). Ну и 3-я группа – это те, у кого не подтвердилось ни эмоциональное состояние, ни особенности личности. Таких людей оказалось 12% от общего числа наблюдателей.

- По результатам проведенного теста М. Люшера удалось выявить 3 группы людей, а соответственно и 3 цветовые гаммы, которые в последствие я использовала для составления цветовой последовательности оформления псевдоцветов в программе Dialux 4.13.

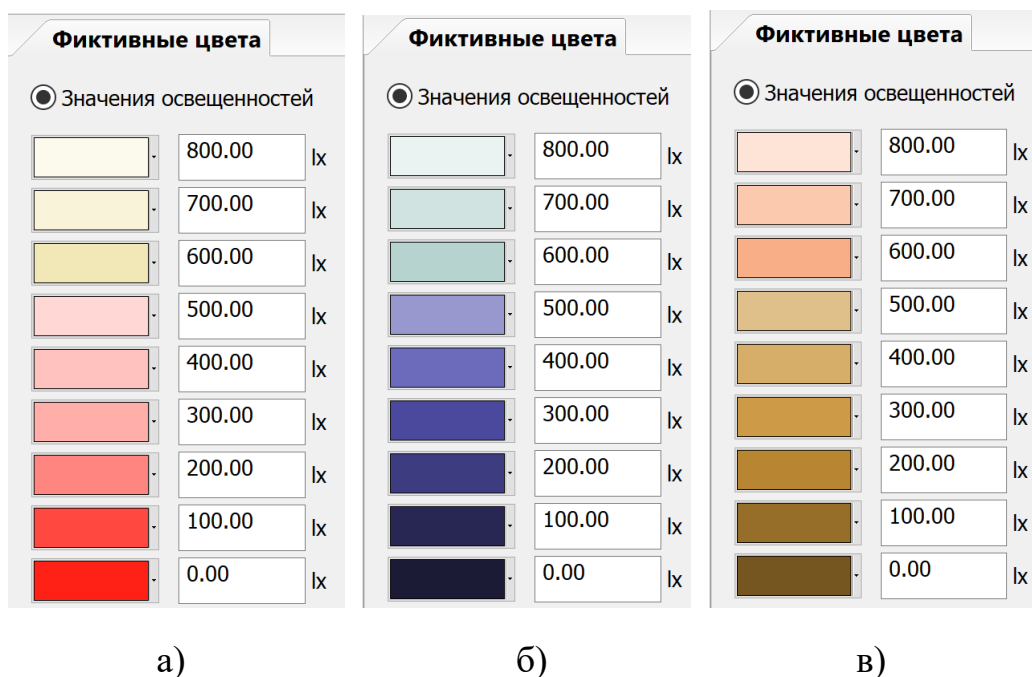


Рис. 52. Полученные цветовые последовательности (а-последовательность, полученная из желто-розовой гаммы, б-последовательность, полученная из зелено-синей гаммы, в-последовательность, полученная из розового-желтой гаммы)

### Список используемых источников

1. Дерибере М. Цвет в деятельности человека. М.: Стройиздат, 1964. 182 с.
2. Калинин А. П., Можеренков В. П., Прокофьева Г. Л., Офтальмоэндокринология. – М.: Медицина, 1999. – 160 с.
3. Ивенс Р. М. Введение в теорию цвета. М.: Мир, 1964. 436 с.
4. Вит В. В. Строение зрительной системы человека – О.: Астропринт, 2003. – 729 с.
5. Гете И. В. К учению о цвете (хроматика). - В кн.: Избранные сочинения по естествознанию, М.: Изд-во АН СССР, 1957, с. 261 - 360.
6. Соснова Т.Л., Фрид Ю.В., Соколова Е.Г. Цветовое оформление на железнодорожном транспорте, Москва: Транспорт, 1984 - с.200
7. Оствальд В. Натурфилософия: лекции, читанные в Лейпцигском университете.
8. Боос Г. В., Григорьев А. А., Снетков В Ю. Цвет и цветовые расчеты. – Москва, Издательский дом МЭИ, 2016
9. Электронный ресурс:  
<http://mikhailkevich.narod.ru/kyrs/Cvetovedenie/main6.html>
10. Устинов А. Г. Цвет в производственной среде (методические указания). М.: 1967. 268 с.
11. Собчик Л. Н. Модифицированный восьмицветовой тест Люшера. Практическое руководство. — СПб., Изд-во «Речь», 2001. — 112 стр.
12. Люшер М. Сигналы личности, Воронеж, 1995. — 176 с.
13. Электронный ресурс: <http://mybiblioteka.su/6-169937.html>
14. Электронный ресурс:  
[http://www.psychologos.ru/articles/view/cvetovoy\\_test\\_lyushera](http://www.psychologos.ru/articles/view/cvetovoy_test_lyushera)

15. Конспект лекций по дисциплине «Теория цвета и цветовоспроизведения» Составитель Новосельская О. А..  
[www.belstu.by/Portals/0/userfiles/87/KONSPEKT-LEKCIJ.pdf](http://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/87/KONSPEKT-LEKCIJ.pdf)
16. Снетков В. Ю. Творческое наследие профессора А.Б. Матвеева в области светового дизайна, статья в журнале: «Вестник МЭИ» №6, 2010 г.
17. Мешков В. В., Матвеев А. Б. Основы светотехники в двух частях, ч.2, - Москва, Энергоатомиздат, 1989г.
18. Матюшин М.В. Справочник по цвету. Закономерность изменчивости цветовых сочетаний, - Москва, издатель Д. Аронов, 2007г.
19. Электронный ресурс: <http://www.vcsconsulting.co.uk/VirtualAtlas.htm>
20. Магистерская диссертация Ковенкова Р. Исследование влияния соотношения площадей объектов, составляющих триаду на цветовую гармонию. НИУ «МЭИ», 2017г.
21. Выпускная работа бакалавра Шамоновой А.А. Исследование цветовой гармонии для выбора цветов географических карт. НИУ «МЭИ», 2017г.
22. Магистерская диссертация Трегубовой (Шугаровой) Л.Н. Исследование цветовой гармонии. МЭИ, 2010г.
23. Marina V. Sokolova, Antonio Fernandez-Caballero, Laura Ros, Luz Fernandez-Aguilar, Jose Miguel Latorre. Experimentation on Emotion Regulation with Single-Colored Images, Conference paper, 2015г. (Электронная библиотека Scopus)
24. СП 52.13330.2016 «Свод правил естественное и искусственное освещение. Daylighting and artificial lighting», 2016г.
25. EN 12464 -1:2011 Light and lighting- Lighting of work places – Part 1: Indoor work places, 2011г.

26. ГОСТ 26320 – 84 «Оборудование телевизионное студийное и внестудийное. Методы субъективной оценки качества цветных телевизионных изображений»