

После проведенного анализа было выделено два наиболее подходящих для настоящей задачи метода: метод конечных элементов и метод переменных направлений.

При использовании МКЭ в качестве конечных элементов принимаются треугольные или четырехугольные элементы. Как было замечено ранее, полученная нами сетка как раз состоит из треугольных элементов. Достоинствами треугольных элементов являются возможность хорошей аппроксимации границы области и возможность аппроксимации искомой функции на треугольном элементе с помощью простейшей поверхности – плоскости, которая определяется значениями искомой функции в вершинах треугольного элемента.

Метод переменных направлений относится к экономичным разностным схемам, то есть сочетает в себе лучшие качества явной и неявной схем. Основная идея состоит в сведении перехода со слоя на слой к последовательному решению ряда одномерных задач по каждому из координатных направлений. При этом для каждой из промежуточных задач строится безусловно устойчивая схема, для решения которой требуется количество действий, пропорциональных числу узлов сетки на каждом временном слое. Как неявная схема, он является безусловно устойчивым.

Закключение. В данной работе рассмотрены потенциальные возможности и пути реализации моделирования процесса послойного выращивания изделий из металлов и сплавов с последующей термической обработкой. Выполнено средствами SolidWorks построение трехмерной сетки для тонкой металлической проволоки, служащей основой для формирования слоев изделия. В дальнейшем предполагается моделирование процессов переноса тепла и массы для тонкой металлической проволоки под действием электронного пучка.

1. Лисейкин, В. Д. Обзор методов построения структурных адаптивных сеток / В. Д. Лисейкин – Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1996, том 36, номер 1, 3–41
2. Матвеев, А.Д. Метод многосеточных конечных элементов в расчетах трехмерных однородных и композитных тел / А.Д. Матвеев – Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки, 2016, том 158, книга 4, 530–543
3. Фалейчик, Б. В. Методы вычислений : пособие / Б. В. Фалейчик. – Минск : БГУ, 2014. – 224 с.
4. Формалев, В. Ф. Численные методы / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 400 с.
5. Формалев В. Ф., Воробьева О. Р. Метод переменных направлений с экстраполяцией численного решения задач теплопроводности с тензором теплопроводности и конвективными членами / В. Ф. Формалев, О. Р. Воробьева – М. : Вестник МАИ. 1997. Т. 5. №1. С. 41–48.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕЛИ ИСТОЧНИКА СВЕТА RGB ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТТЕНКОВ ЦВЕТА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРИХРОМАЗИИ У ЧЕЛОВЕКА

М.В. Шилина¹, Е.А. Марутько², А.В. Богомол²

¹Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

²Витебск, ГУО «СШ № 47 имени Е.В. Ивановского»

Глаз человека может различать до 16 миллионов оттенков цвета, эти возможности субъективны, поэтому возможны врожденные и приобретенные нарушения. Для кодирования цвета в технических устройствах, осуществляющих регистрацию и обработку светового сигнала, создали несколько цветовых моделей. Цветовые модели – это средства количественного описания цвета и различия между его оттенками. Цветовая модель (режим) представляет собой правило обозначения цветов пикселей документа. В модели RGB каждый базовый цвет характеризуется яркостью, которая может принимать значения от 0 до 256.

Цель исследования: используя цветовую модель RGB, качественно и количественно продемонстрировать механизм формирования цветов и возможность визуализировать трихромазии у человека.

Задачи исследования:

1. Ввести механизм кодирования цветового сигнала и создать шкалу RGB для модельного устройства.
2. Качественно описать зависимость изменения цвета излучения от величины силы тока.

Материал и методы. Источник белого света (в схеме использован реостат на 100 Ом, резистор 10 Ом); блок питания (зарядное устройство для телефона (входное напряжение 100-240 В, выходное 4 В); мультиметр; источник света – RGB (в схеме использованы реостаты на 100 Ом, 10кОм; резисторы 10 Ом); две коробки, выкрашенные в черный цвет изнутри; соедини-

тельные провода, разноцветные полоски бумаги, две полоски белой бумаги. В работе использованы экспериментальный метод и системный анализ.

Результаты и обсуждение. Собрали источник света (источник – RGB), позволяющий получить свет различных цветов. Источник RGB состоит из трёх светодиодов (красного, зелёного и синего). Для управления яркостью каждого из светодиодов внутри источника собрана цепь, схема которой показана на рисунке 1:

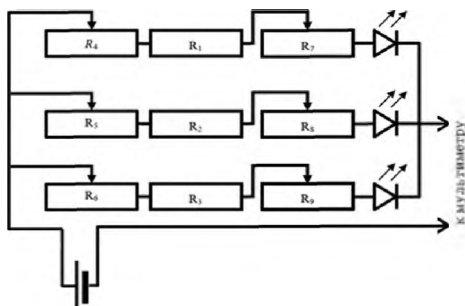


Рисунок 1 – Электрическая схема источника – RGB

Источник света - RGB представляет собой электрическую схему, состоящую из трех одинаковых участков, соединенных параллельно друг другу. Роль резисторов R_1 , R_2 и R_3 состоит в ограничении максимального тока, протекающего через светодиоды. Реостаты $R_4 - R_6$ используются для изменения тока, протекающего через светодиоды. Значение минимального сопротивления всех реостатов равно нулю. Для значений сопротивлений резисторов верны равенства:

$$R_1 \approx R_2 \approx R_3; R_4 \approx R_5 \approx R_6; R_7 \approx R_8 \approx R_9, R_1 \ll R_4 \ll R_7$$

Изменяя сопротивление реостатов, мы можем получить различные цвета свечения источника. Что происходит из-за того, что изменяется сила тока, протекающего через каждый из светодиодов.

Например, если цвета RGB представлены 8 битами каждый, это будет означать, что диапазон каждого цвета может изменяться от 0 до 255, 0 – самая низкая интенсивность цвета, а 255 – самая высокая. Используя эту систему обозначений, RGB (0, 0, 0) будет означать черный, а RGB (255, 255, 255) будет означать белый. Кроме того, самым чистым красным будет RGB (255, 0, 0), самым чистым зеленым будет RGB (0, 255, 0), а самым чистым синим будет RGB (0, 0, 255).

Если кодировать цвет одной точки изображения тремя битами, каждый из которых будет являться признаком присутствия (1) или отсутствия (0) соответствующей компоненты системы RGB, 1 бит на каждый компонент RGB то мы получим все восемь различных цветов (таблица 1).

Таблица 1 – Кодирование цвета в системе RGB

RGB	Цвет
1 1 1	(white /белый)
1 1 0	(yellow / желтый)
1 0 1	(magenta / пурпурный)
1 0 0	(red / красный)
0 1 1	(cyan / голубой)
0 1 0	(green / зеленый)
0 0 1	(blue /синий)
0 0 0	(black / черный)

В шкале RGB белый цвет определяют числа (1, 1, 1). Это значит, что белый цвет получается, если яркость каждого из трёх светодиодов одинакова и равна 1. Можем считать, что яркость светодиода пропорциональна величине протекающего через него тока. Тем не менее для каждого светодиода коэффициент пропорциональности будет своим.

Для нахождения этих коэффициентов прокалибровали источник – RGB, сравнивая создаваемый им цвет с эталонным белым цветом. Для этого использовали белый лист бумаги в качестве эталонного цвета, освещаемый белым светодиодом. Наш источник белого света имеет аналогичное устройство источнику – RGB, только используется всего один реостат и один белый светодиод.

Помещали в черные коробки по одному листу белой бумаги и освещали источником белого света один из них, а второй источником – RGB. При изменении величины сопротивления переменных резисторов источника – RGB, добивались того, чтобы видимый цвет обоих листов был одинаковым. Измеряли, какой при этом ток протекал через каждый из светодиодов:

$$I_R=149 \text{ мА}, I_G=149 \text{ мА}, I_B=149 \text{ мА}.$$

При увеличении или уменьшении сил токов на каждом светодиоде получали оттенки цветов. Цвет зависит от соотношения сил токов на светодиодах, а яркость от их величины при условии сохранения этого же соотношения сил токов.

Используя 6 прямоугольных полосок бумаги различных цветовых оттенков (эталон), добивались максимально точного совпадения цветов на экране и эталоне. Составили таблицу 2, в которую для каждого из 6 листов записали силы токов, текущих через светодиоды.

Рассчитали числа, соответствующие каждому цвету в нашей шкале RGB.

Таблица 2 – Шкала RGB

№	Цвет	I_R , мА	I_G , мА	I_B , мА	R	G	B
1	оранжево-желтый	180	125	23	1,20	1,24	0,74
2	желтый	195	173	24	1,30	1,71	0,77
3	розовый	183	108	24	1,22	1,07	0,77
4	светло-зеленый	130	94	6	0,87	0,93	0,19
5	бирюзовый	98	49	21	0,65	0,49	0,68
6	салатовый	91	73	26	0,61	0,72	0,84

Проверили возможности установки RGB продемонстрировать трихромазии у человека или цветоощущения глаза человека с патологиями зрения, согласно теории цветоощущения Юнга-Гельмгольца. Рассмотрели три основных патологии: протаномалию, дейтераномалию и тританомалию [3]. Для этого зануляли ток, идущий через диоды соответствующих цветов, и смотрели оттенки цвета, которые можно получить. Оказалось, что люди имеющие такие патологии, как:

протаномия (не восприятие красного цвета, т.к. пигмент – эритролаб в колбочках глаза не синтезируется, или синтезируется в малых количествах) – хорошо видят все оттенки синего, бирюзовый, голубой. Могут различать желтый цвет и коричневый, если красный рецептор функционирует слабо. Однако зеленый, красный цвет и их оттенки для восприятия недоступны;

дейтераномия (не восприятие зеленого цвета, т.к. пигмент – хлоролаб в колбочках глаза не синтезируется, или синтезируется в малых количествах) – различают все оттенки синего, фиолетового, розового, кораллового цвета. Если рецептор слабо воспринимает зеленый, то больные могут даже не догадываться о своем недостатке. Тем не менее красный цвет воспринимается как оттенки кирпичного или кораллового, а зеленый цвет уходит в сторону салатового;

тританомия (не восприятие синего цвета, т.к. пигмент – йодопсин в колбочках глаза не синтезируется, или синтезируется в малых количествах) – хорошо видят все оттенки зеленого и красного, коричневого, желтого цветов.

Закключение. Данная цветовая модель RGB соответствует психофизиологической модели цветового зрения Юнга-Гельмгольца, что позволяет визуально продемонстрировать такие офтальмологические нарушения в цветовосприятии как дальтонизм, и другие нарушения, полученные в результате вирусных заболеваний и заболеваний центральной нервной системы.

Данная цветовая модель RGB, может быть, использована в демонстрационном эксперименте 1 ступени высшего образования на учебных занятиях по курсу «Биофизика» и «Физиология человека и животных» и факультативных занятиях 3 ступени среднего образования по физике при изучении темы «Оптика», а также на занятиях по биологии при изучении темы «Сенсорные системы. Зрение».

1. Домасев М. В. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. Санкт-Петербург: Питер 2009
2. П. А. Бездетко, Н. В. Панченко, С. Ф. Зубарев, О. А. Тарануха. Физиология и патология цветоощущения : метод. указ. для слушателей курсов последипломного образования и врачей-интернов. – Харьков : ХНМУ, 2015. – 24 с.
3. В.П. Демидов, В.В. Демидов. Физика: дойти до самой сути! Настольная книга для углубленного изучения физики в средней школе. Электричество. Учебное пособие. Москва. ЛЕНАНД, 2017. – 74с.