

ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА НАЛИЧИЕ АНОМАЛЬНОЙ ТРИХРОМАЗИИ

На сегодняшний день аномалии цветового зрения только лишь генетического происхождения свойственны примерно 8% мужского и 0,5% женского населения Земли. Аномальная же трихромазия является наиболее распространенным видом аномалий цветового зрения. Так, форма аномальной трихромазии, характеризующаяся недостаточным количеством зеленого фотопигмента в глазах человека (дейтераномалия), встречается у 5% мужского населения [1].

Исследователи по всему миру работают над созданием эффективных алгоритмов и программ для преобразования изображений с целью их последующего корректного восприятия людьми с цветовой слепотой. Предоставление доступа людям с аномальной трихромазией к ранее недоступной в силу особенностей цветовосприятия визуальной информации позволит им не только решать повседневные задачи, но и откроет возможности для задействования в новых профессиональных сферах, что будет способствовать их социализации. Однако для возможности коррекции изображений в соответствии со степенью тяжести аномальной трихромазии необходимо вначале правильно определить данную степень аномалии. Таким образом, цель работы – определить наиболее оптимальные методы и средства, применяемые для выявления формы и степени тяжести аномальной трихромазии.

Для достижения поставленной цели следует выполнить следующие задачи:

- изучить особенности аномальной трихромазии;
- выполнить анализ существующих методов и средств тестирования цветового зрения человека на наличие аномальной трихромазии той или иной формы и степени тяжести;
- сделать выводы о приемлемых методах и средствах для выявления формы и степени тяжести аномальной трихромазии.

Итак, сперва необходимо рассмотреть особенности аномальной трихромазии.

Аномальная трихромазия может быть выражена в следующих формах: протаномалия (недостаток в глазу человека фотопигмента красного цвета), дейтераномалия (недостаток фотопигмента зеленого цвета), тританомалия (недостаток фотопигмента синего цвета).

Так, по тяжести аномалии можно выявить три степени аномальной трихромазии: А, В и С. Среди которых степень А – наиболее тяжелая форма аномальной трихромазии, а С – наиболее легкая. Определить, какая именно форма аномальной трихромазии характерна для человека, можно благодаря имеющемуся у него порогу цветоразличения, ведь для каждой степени аномалии данные показатели варьируются. Кроме того, степень тяжести аномальной трихромазии также оценивается посредством значений от 0,1 до 0,9, где 0,1 представляет собой практически полное отсутствие аномальной трихромазии, а 0,9 указывает на наличие тяжелой степени аномалии (более близкой к дихромазии).

Тестирование при помощи аномалоскопа. Выявить пороги различения красного, зеленого и синего цветов у нормальных и аномальных трихроматов можно благодаря аномалоскопу, что представляет собой классический способ, применяемый в современной медицине [2]. Однако для адаптации результатов данного тестирования с целью дальнейшего использования в программах по коррекции изображений для людей с аномальной трихромазией более подходящим вариантом будет применение значений степеней тяжести от 0,1 до 0,9.

Тестирование при помощи классического Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. Так, еще в прошлом веке был разработан способ определения формы и степени тяжести аномальной трихромазии. Данный способ представляет собой тест под названием Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. Для проведения тестирования необходимо взять бумажные карточки красного, желтого, зеленого, синего, фиолетового и промежуточных между данными цветами оттенков. Всего таких карточек 85. Далее, испытуемому предлагается расположить предложенные карточки в таком порядке, чтобы цвета и их оттенки становились более или менее насыщенными от карточки к карточке.

После завершения выкладывания карточек в правильном, как считает испытуемый, порядке, наступает проверка корректности расположения карточек. Для определения верного расположения карточек еще до начала тестирования каждой карточке присваивается порядковый номер от 1 до 85, но тестируемый не знает о номерах карточек. Как только испытуемый заканчивает раскладывать карточки, проверяющий вычисляет разность номеров рядом расположенных карточек. В соответствии с полученными значениями разностей строится круговая диаграмма, на которой каждому номеру карточки присваивается соответствующее значение разности, которое было уменьшено на два [3].

На основании полученной диаграммы определяется, с различие-

нием каких цветов испытуемый имеет сложности, то есть какая форма аномальной трихромазии может быть ему свойственна. Если же сложить значения всех полученных разностей, которые были уменьшены на два, то получается так называемый TES (Total Error Score), который помогает определить общий показатель ошибки испытуемого в попытке определения верной последовательности цветов.

Если значение TES расположено между 0 и 16 – степень аномалии так мала, что можно считать зрение испытуемого нормальным; если же TES имеет значения примерно между 16 и 100, то такая степень аномалии более тяжелая и нуждается в точном определении по соответствующим формулам; если же значение TES более 100, то степень аномалии тяжелая. На основании значения TES вычисляется степень аномальной трихромазии со значениями от 0,1 до 0,9.

Однако бумажные карточки с цветами имеют и свои недостатки, например, со временем возможно изменение цвета карточки, также можно столкнуться со сложностью ориентации в довольно большом количестве карточек, с отсутствием автоматического построения круговой диаграммы и вычисления TES.

Тестирование при помощи онлайн-версии Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. В настоящее время имеются средства, помогающие пройти тестирование на выявление формы и степени аномальной трихромазии, а также предоставляющие возможность автоматического построения диаграммы и вычисления TES. В качестве наиболее часто применяемых средств тестирования используются онлайн-тесты под названиями Farnsworth-Munsell 100 Hue Test и Farnsworth-Munsell Dichotomous D-15 Test. Последний представляет собой упрощенную версию Farnsworth-Munsell 100 Hue Test с 15 карточками, однако его использование возможно лишь для быстрого определения наличия или отсутствия у испытуемого каких-либо проблем с цветовым зрением, что в данном случае будет не самым подходящим вариантом, так как необходимо не просто выявить наличие или отсутствие аномалии цветового зрения, но определить именно степень тяжести аномалии.

Однако онлайн-версия Farnsworth-Munsell 100 Hue Test также сокращена, если провести сравнение с классическим вариантом данного теста, так как количество используемых для тестирования цветов – 40, что чуть более, чем в два раза, меньше стандартного количества цветов для данного теста [4]. Для прохождения теста следует перетаскивать «карточки» с цветами, пока не получится необходимый порядок, после чего автоматически вычисляется TES и строится круговая диаграмма. Данное значение TES характеризуется таким же образом, как и в классическом тестировании, кроме того, на основании TES определяется степень тяжести той или иной формы аномальной три-

хромазии. Онлайн-версия имеет и свои недостатки, например, перетаскивать «карточки» с цветами допускается в пределах отдельных рядов, в которые данные «карточки» упорядочены, что может помешать точно выявить ту или иную форму аномальной трихромазии.

Тестирование при помощи компьютерной программы Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. В отличие от онлайн-версии теста, в компьютерной программе «карточек» с цветами всего 85, а располагать их разрешено не только в пределах каких-то конкретных рядов, но между абсолютно любыми «карточками», что позволит выявить ту или иную форму и степень аномальной трихромазии более точно [5]. После прохождения данного тестирования на экране появится автоматически построенная круговая диаграмма и автоматически вычисленный результат TES, как и в случае предыдущего варианта тестирования.

Таким образом, на основании рассмотренных выше методов и средств выявления форм и степеней аномальной трихромазии можно сделать вывод, что в современном мире для разрабатываемых на данный момент алгоритмов реколоризации изображений в соответствии с корректным восприятием данных изображений людьми с аномалиями цветового зрения лучше всего использовать Farnsworth-Munsell 100 Hue Test, причем предпочтительнее именно онлайн-версия данного теста и компьютерная программа с Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. Однако более точные результаты будут получены после прохождения тестирования посредством компьютерной программы, так как там используется большее количество цветов (85), хотя данный вид тестирования и является более затратным по времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шиффман, Х. Р. Ощущение и восприятие / Х. Р. Шиффман. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 222 с.
2. Острота цветоразличения у аномальных трихроматов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eyeexpress.ru/article.aspx?24344>. – Дата доступа: 17.01.2023.
3. Farnsworth, D. The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the examination of Color Discrimination / D. Farnsworth. – New York: Macbeth, Division of Kollmorgen Instruments Corp., 1957. – 7 с.
4. Farnsworth-Munsell 100-Hue Test [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.colorblindnesstest.org/farnsworth-munsell-100-hue-test/>. – Дата доступа: 17.01.2023.
5. FM100 Colour Vision Test [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sourceforge.net/projects/fm100/>. – Дата доступа: 17.01.2023.