

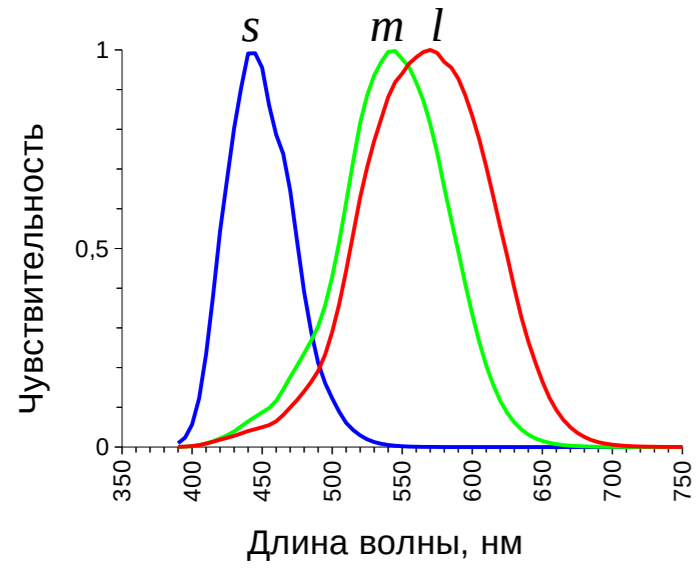
# Тестирование дихромазий человека



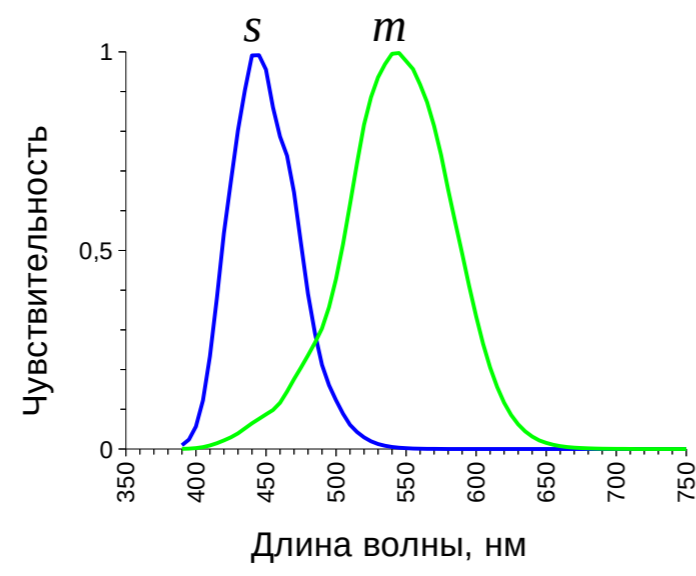
ИППИ РАН

П.В. Максимов, В.П. Божкова, М.А. Павлова, М.А. Грачёва, А.А. Казакова, Д.П. Николаев

## Нормальное цветовое зрение, врождённые дихромазии и цветоаномалии



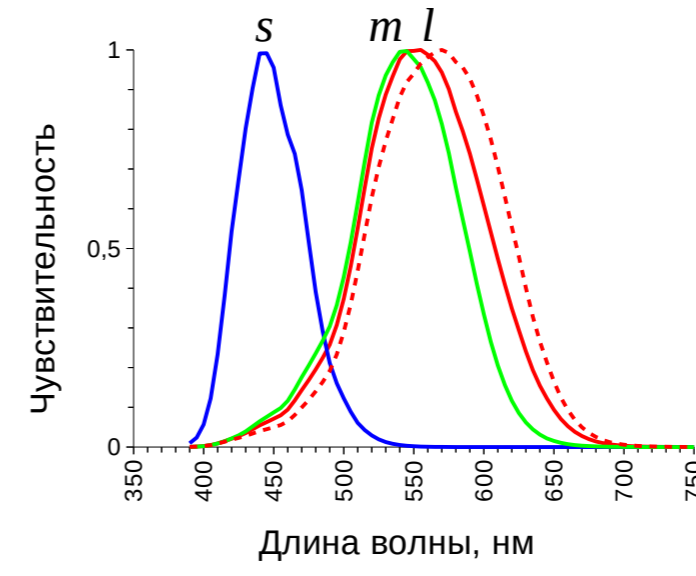
Норма (трихромазия)



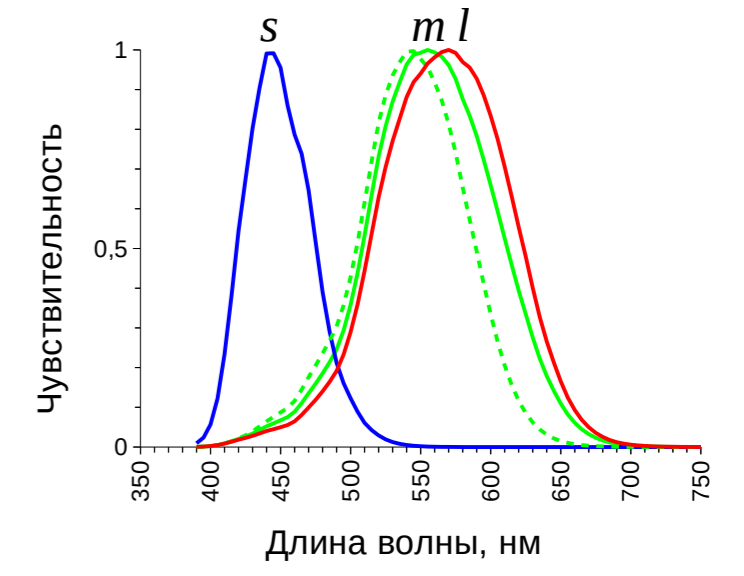
Протанопия (дихромазия)



Дейтеранопия (дихромазия)

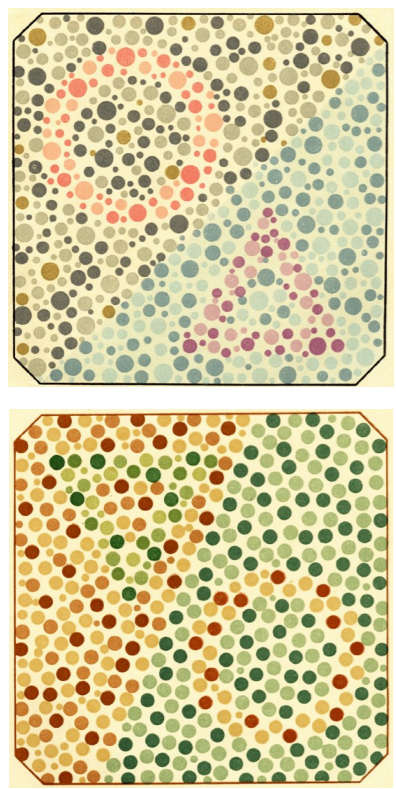


Протаномалия (аномальная трихромазия)



Дейтераномалия (аномальная трихромазия)

## Как обычно тестируют цветовое зрение



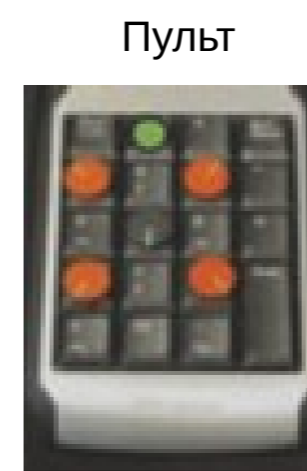
Таблицы



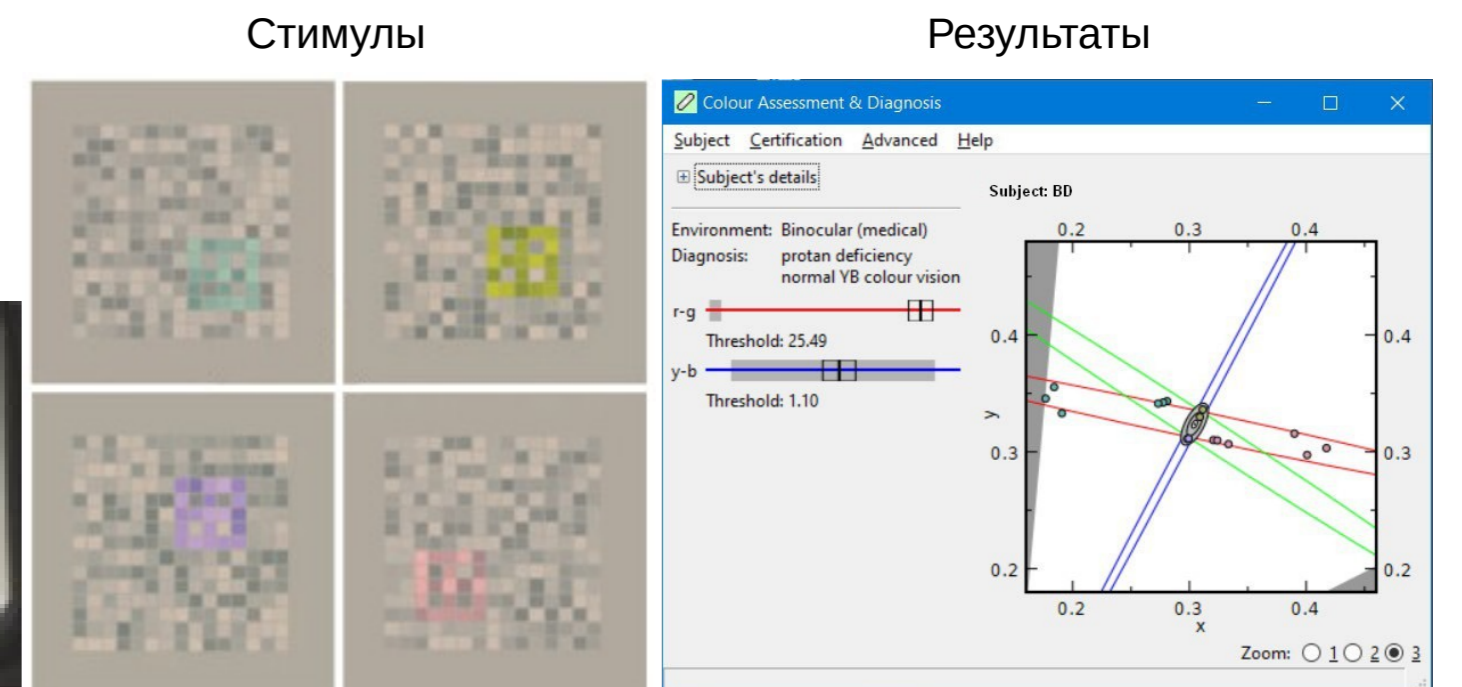
Farnsworth D-15



Аномалоскопы



Пульт



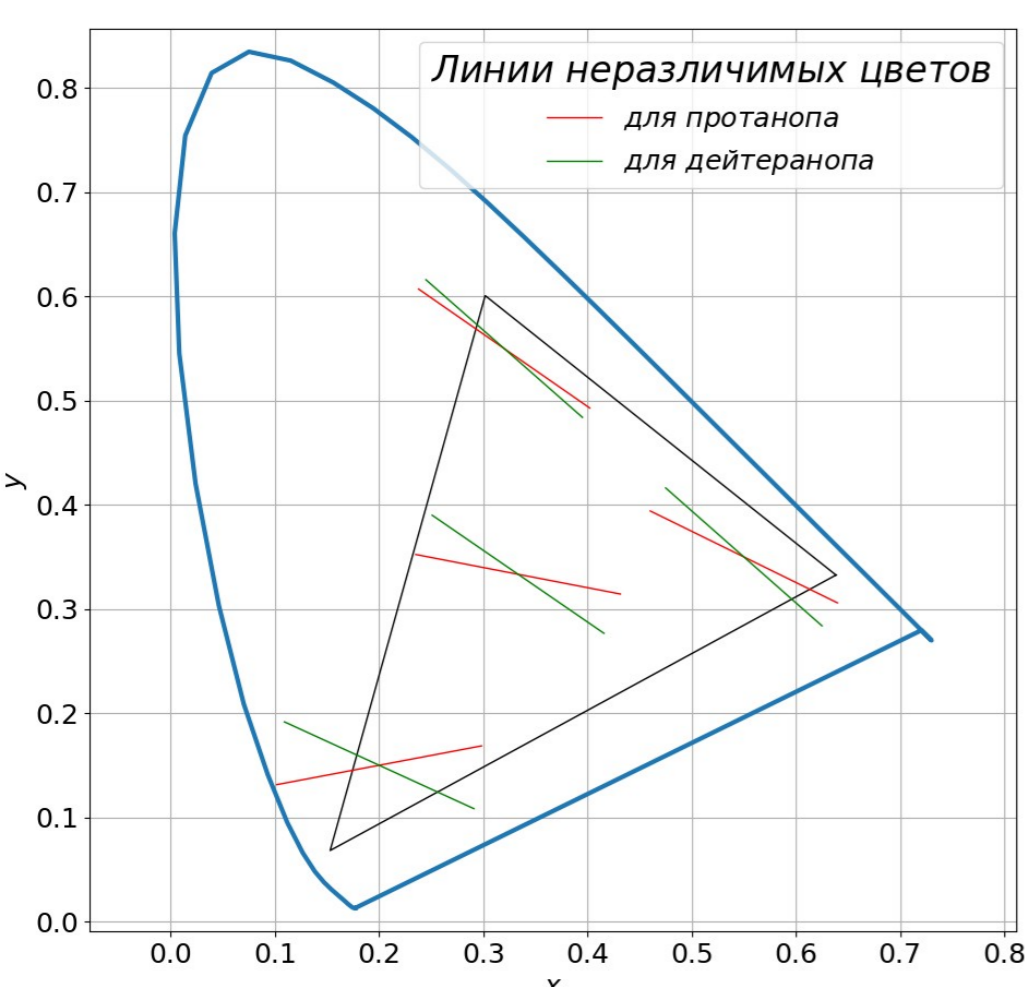
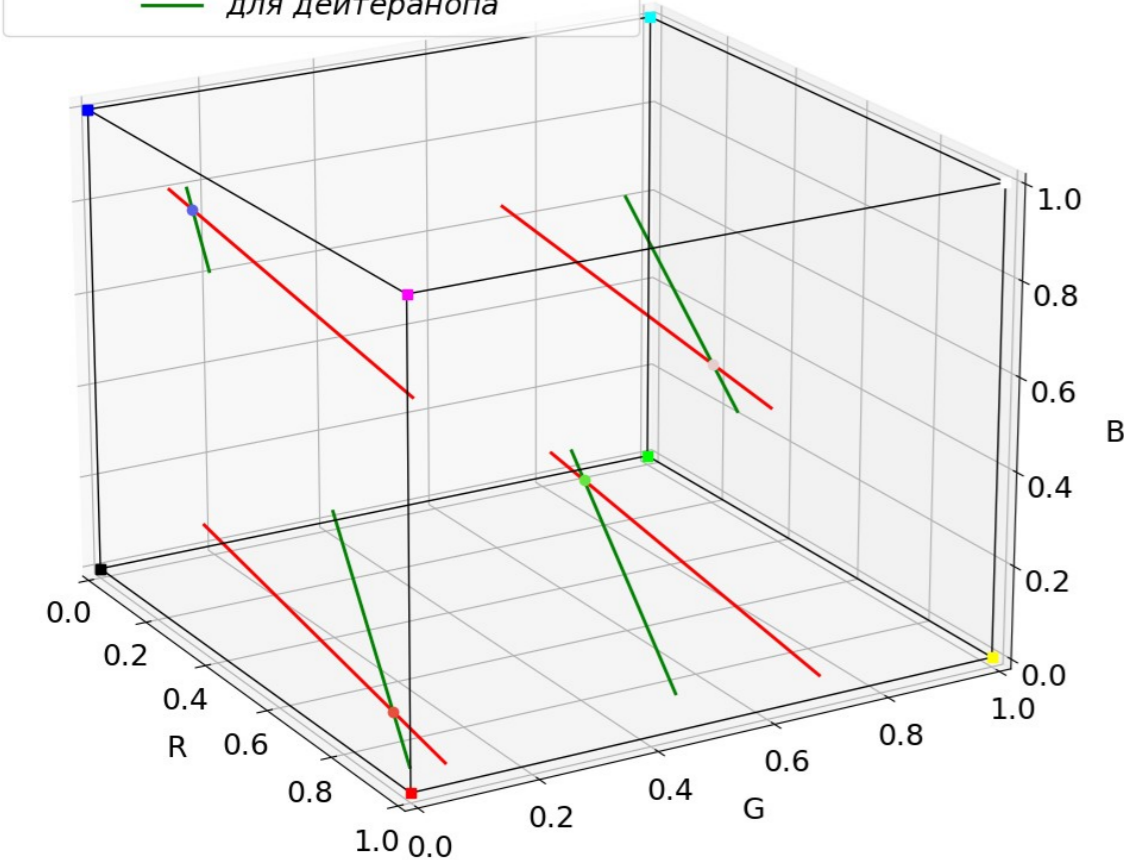
Colour Assessment and Diagnosis (CAD)

## Симуляция

Требования к симулятору:

1. Изображение симуляции должно вызывать те же отклики в каналах, соответствующих колбочкам дихромата, что и исходное
2. Два пикселя на симулированном изображении должны совпадать по цвету тогда и только тогда, когда они неразличимы для дихромата на исходном изображении

Линии неразличимых цветов  
— для протанопы  
— для дейтеранопы



## Предложенный тест



Неразличимы для протанопы

Неразличимы для дейтеранопы



Симуляция протанопы



Симуляция дейтеранопы

Похожи для трихромата

## Результаты теста

ID	Порог	N <sub>p</sub>	N <sub>d</sub>	N <sub>t</sub>	Результат	Соотв. CAD
Протанопы и протаномалы						
БА	30.7	0	14	0	Прот.	14+/0-
УГ	29.5	0	14	0	Прот.	14+/0-
НА	26.5	0	14	0	Прот.	14+/0-
БД	25.5	0	14	0	Прот.	14+/0-
ЧЮ	24.0	0	11	0	Прот.	11+/3-
РД	22.7	1	11	2	Прот.	11+/3-
Дейтеранопы и дейтераномалы						
МС	30.0	13	0	0	Дейт.	13+/1-
ИГ	21.3	11	0	3	Дейт.	11+/3-
ХД	21.3	12	1	1	Дейт.	12+/2-
ПД	19.7	13	1	0	Дейт.	13+/1-
ЛИ	18.5	14	0	0	Дейт.	14+/0-
КН	16.7	11	3	0	Дейт.	11+/3-
АИ	13.5	4	1	9	Дейт./Норм.	4+/10-

Сравнение результатов теста с CAD

## Тест «антисимуляция»



Неразличимы для протанопы

Неразличимы для дейтеранопы



Похожи для трихромата



Похожи для трихромата

## Тест «изнанка»



Неразличимы для протанопы

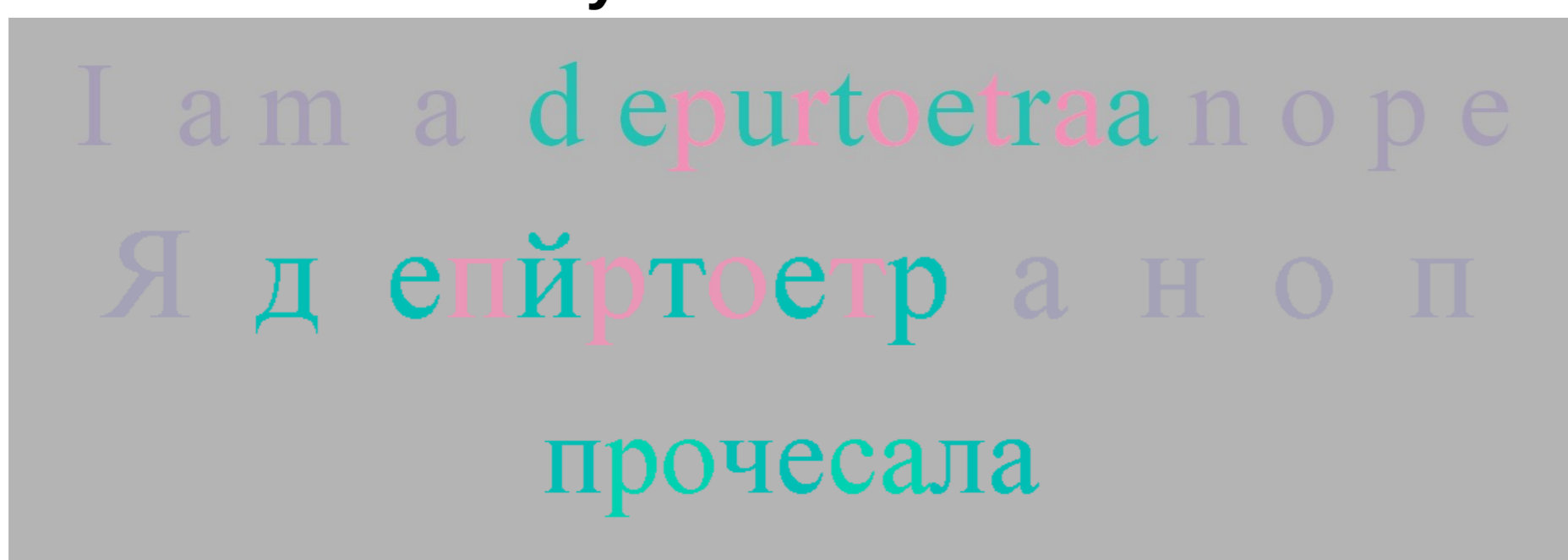
Неразличимы для дейтеранопы



Похожи для трихромата



## Буквенный тест



## Литература

1. F. Vienot, H. Brettel, and J.D. Mollon. Digital video colourmaps for checking the legibility of displays by dichromats. *Color. Res. & Appl.* 1999. V. 24. P. 243-252.
2. A. Toufeeq. Specifying colours for colour vision testing using computer graphics. *Eye.* 2004. V. 18. P. 1001-1005.
3. P. Maximov. The program simulating dichromacy as a possible tool for detecting color deficiencies. 41st European Conference on Visual Perception 2018. Trieste, Italy. 26th - 30th of August. *Perception.* 2019. V. 48(S1). P. 46.
4. П.В. Максимов, Е.М. Максимова, М.А. Грачёва, А.А. Казакова, А.С. Кулагин. Алгоритм имитации зрения дихроматов и его применение для выявления аномалий цветовосприятия. *Сенсорные системы.* 2019. Т. 33(3). С. 181-196.