Научный обзор
УДК 159.937.513
https://doi.org/10.21702/rpj.2026.2.8

Метаанализ экологических, психологических и социокультурных факторов вариативности цветовой чувствительности

Юлия А. Грибер

Смоленский государственный университет, Смоленск, Российская Федерация

y.griber@gmail.com

Аннотация

Введение. Цветовая чувствительность (способность зрительной системы различать отдельные цвета и ощущать отличия в спектральном составе видимых излучений и окраске предметов) у людей с нормальным цветовым зрением (нормальных трихроматов) может существенно варьироваться в результате различных внешних воздействий. В статье впервые систематизируются и анализируются результаты аналогичных по методологии эмпирических исследований, в которых воздействие различных внешних факторов на вариативность цветовой чувствительности оценивалось с помощью теста Фарнсворта-Манселла.

Методы. В работе используется методология систематического обзора и метаанализа. Базу данных исследования составляют 65 работ, опубликованных в период с 1957 по 2024 годы. Источники отобраны в соответствии с рекомендациями *PRISMA* через наукометрические базы данных *PubMed, Scopus* и поисковые платформы *Web of Science, Semantic Scholar*. Включенные в анализ публикации содержат собранные на территории 23 стран мира данные о цветовом зрении 7663 человек в возрасте от 10 до 80 лет.

Результаты. Систематизация отобранных документов позволила выделить пять тематических кластеров внешних факторов, существенных для вариативности цветовой чувствительности: (1) экологические, включающие географическое положение и условия естественного освещения; (2) факторы, связанные с образом жизни человека и привычным пищевым рационом; (3) вредные привычки (курение, употребление алкоголя и наркотических веществ); (4) факторы, связанные с интеллектуальным и когнитивным развитием; (5) профессиональная деятельность и хобби.

Обсуждение результатов. Анализ собранных данных показал, что наиболее комплексный и системный характер имеет изучение воздействия на цветовую

чувствительность условий труда и профессионального опыта работы с цветом, вредных привычек и когнитивных стилей. Вариативность цветовой чувствительности в большинстве подобных исследований описывается на основе сравнения показателей общей ошибки или частичных ошибок вдоль красно-зеленой и сине-желтой осей и интерпретируется согласно закону Кельнера.

Ключевые слова

цветовая чувствительность, цветовое зрение, вариативность цветовосприятия, цветовая когниция, тест Фарнсворта-Манселла, FM-100 тест, метаанализ, экологические факторы, психологические факторы, социокультурные факторы

Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00407-П, https://rscf.ru/project/22-18-00407/ в Смоленском государственном университете.

Для цитирования

Грибер, Ю. А. (2026). Метаанализ экологических, психологических и социокультурных факторов вариативности цветовой чувствительности. *Российский психологический журнал, 23*(2), 135–174, https://doi.org/10.21702/rpj.2026.2.8

Введение

Систематизация опубликованных результатов эмпирических исследований цветового зрения нормальных трихроматов с помощью теста Фарнсворта-Манселла (Грибер, 2025а) показала, что перечень факторов вариативности цветовой чувствительности достаточно широк. Наиболее значимую группу факторов составляют физиологические (или телесные): факторы, связанные с половыми различиями и эндокринной спецификой; основными антропологическими признаками глаза, прежде всего – цветом радужной оболочки, плотностью макулярного пигмента, размером зрачка; а также различными влияниями возрастных изменений в процессе естественного старения организма.

Наряду с обозначенными внутренними физиологическими механизмами цветовая чувствительность (способность зрительной системы различать отдельные цвета и ощущать отличия в спектральном составе видимых излучений и окраске предметов) у людей с нормальным цветовым зрением (здоровых нормальных трихроматов) может существенно варьироваться в результате различных внешних воздействий – экономических (качество питания, медицинское обслуживание), географических (высота над уровнем моря, состав воздуха, привычная освещенность), социокультурных (сфера деятельности, этнические традиции, хобби и организация повседневной жизни),

психологических (алкогольная и наркотическая зависимости) (см., напр.: Bosten, 2022). Исследования, направленные на обсуждение возможного влияния этих факторов на показатели цветовой чувствительности, также нуждаются в систематическом осмыслении и комплексном анализе.

Цель статьи заключается в том, чтобы продолжить изучение вариативности цветовой чувствительности и на основе систематического обзора опубликованных результатов эмпирических исследований цветового зрения нормальных трихроматов с помощью теста Фарнсворта-Манселла (Farnsworth-Munsell 100-Hue, FM 100-Hue, FM-100) (Farnsworth, 1943, 1957) и метаанализа существенных для вариативности цветовой чувствительности количественных показателей выделить экологические, психологические и социокультурные факторы, наиболее значимые для формирования индивидуальных различий.

Методы

Отбор источников и формирование базы данных исследования

Для отбора источников использовалась база данных, сформированная ранее в соответствии с рекомендациями PRISMA (англ. – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021) для анализа физиологических (телесных) факторов вариативности цветовой чувствительности (см. подр.: Грибер, 2025а) (рисунок 1).

Перечень источников представленного в статье обзора формировался на основе повторного анализа полных текстов аннотаций исследований (n = 327), идентифицированных через наукометрические базы данных (*PubMed, Scopus*) и поисковые платформы (*Web of Science, Semantic Scholar*) и успешно извлеченных после скрининга. При отборе исследований главным критерием для включения в перечень были обсуждение в них разного рода внешних воздействий на цветовую чувствительность. Принципиально важным для включения исследования в базу данных было отсутствие у участников выявленных медицинских или офтальмологических заболеваний (в обзоре представлены данные, полученные для здоровых нормальных трихроматов), наличие репрезентативной выборки наблюдателей (в обзоре не рассматривается анализ отдельных случаев – кейс-стади), а также значимость полученных результатов для развития современных представлений о факторах вариативности цветового зрения (мы исключили результаты тех исследований, которые впоследствии были перепроверены и опровергнуты). В предлагаемом обзоре также не рассматриваются результаты, полученные с помощью сокращенных версий теста Фарнсворта-Манселла (Farnsworth D-15, Lanthony Desaturated D-15, Roth 28-Hue), поскольку эти тесты имеют гораздо меньшую чувствительность и специфичность (см., напр.: Sharanjeet-Kaur et al., 2004; Fanlo Zarazaga et al., 2019).

В итоговый перечень вошли опубликованные результаты 65 исследований, проведенных в период с 1957 по 2024 годы на территории 23 стран мира, расположенных на всех континентах. Эти результаты включали полученные с помощью теста Фарнсворта-Манселла данные о цветовом зрении 7663 человек в возрасте от 10 до 80 лет (таблица 1).

Все отобранные для анализа документы были разделены на пять тематических кластеров. Первый кластер объединил исследования, в которых обсуждалось влияние на вариативность цветовой чувствительности экологических факторов – свойств среды обитания человека, включающих географическое положение и условия естественного освещения. Во второй кластер вошли исследования, посвященные устойчивым формам поведения, непосредственно связанным с образом жизни человека. В третий – работы, посвященные изучению токсического воздействия вредных привычек – курения, употребления алкоголя и наркотических веществ. Четвертый кластер составили факторы, связанные с интеллектуальными и когнитивными способностями. В пятый вошли исследования, в которых обсуждается влияние на цветовую чувствительность профессиональной деятельностью и хобби.

Рисунок 1

Этапы отбора источников и формирования базы данных исследования

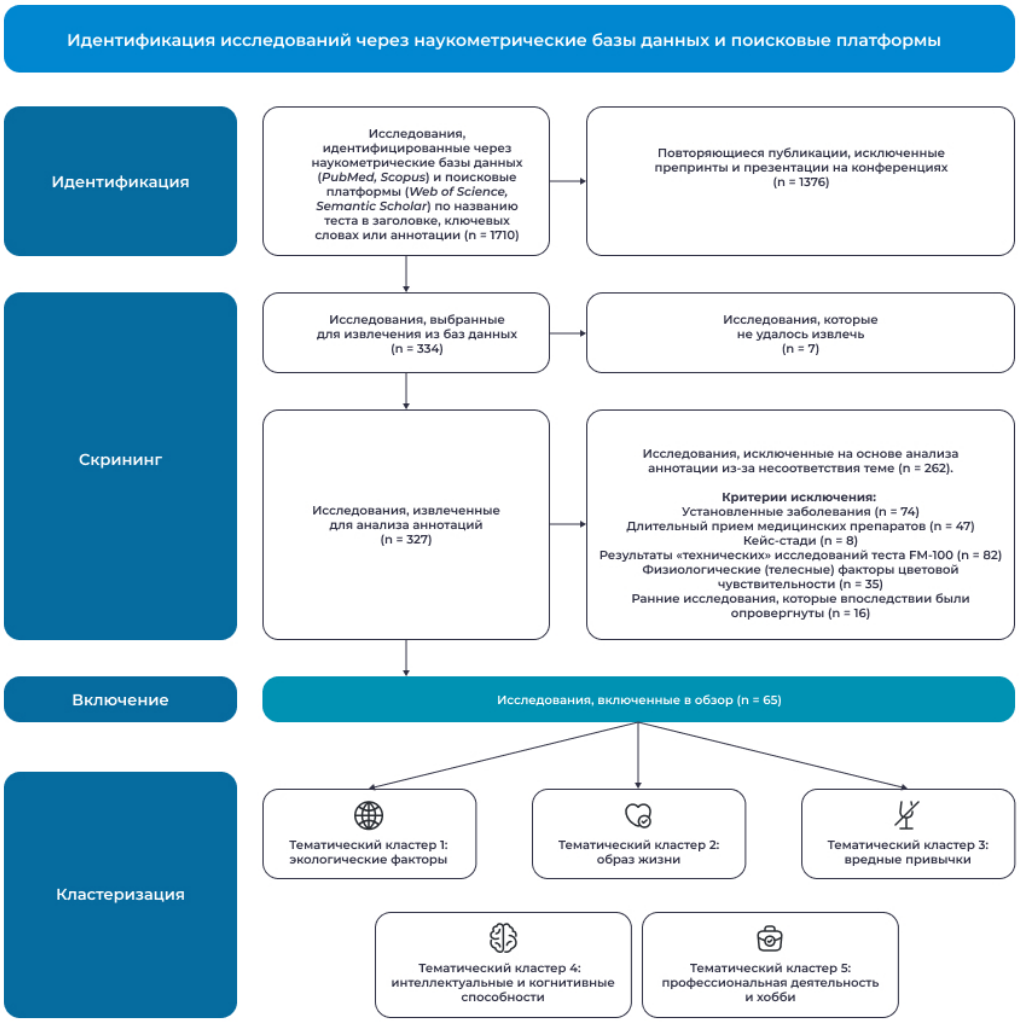


Таблица 1

Список статей, в которых представлены результаты эмпирических исследований с помощью теста FM-100 воздействия на цветовое зрение экологических, психологических и социокультурных факторов

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Farnsworth	1957	США	450	н/у	н/у	+	bino	нет	да	TES
Verriest	1963	Бельгия	480	233	10–64	+	bino	нет	да	TES, IES, HPES
Cruz-Coke & Varela	1966	Чили	133	42	н/у	–	bino	нет	н/к	TES
Varela et al.	1969	Чили	203	68	16–70	–	bino	нет	да	P-PES, D-PES, Ti-PES, Te-PES
Chisholm	1970	Велико-британия	65	н/у	(67)	–	bino	нет	н/к	TES
Ugarte et al.	1970	США, Чили	149	0	(38)	–	bino	нет	да	RG-PES, BY-PES
Lakowski	1971	Австралия	200	н/у	н/у	+	н/у	н/у	н/у	TES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Smith & Layden	1971	США	141	16	19–70		bino	нет	н/к	TES, AES, BES, CES, DES, P-PES, D-PES, Ti-PES, Te-PES
Smith	1972	США	141	16	19–70		bino	нет	н/к	TES, AES, BES, CES, DES, P-PES, D-PES, Ti-PES, Te-PES
Bhargava	1973	Великобритания	24	0	28–78 (60.8)		bino	нет	да	TES
Fine	1973	США	56	0	н/у (солдаты)		bino	2 мин	нет	TES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Rothstein et al.	1973	США	33	9	32–66 (51)		bino	нет	н/к	TES, P-PES, D-PES, Ti-PES, Te-PES
Aspinall	1974	Великобритания	113	н/у	н/у		mono	нет	да	TES
Adams et al.	1976	США	9	н/у	19–28		bino	нет	н/к	TES, IES, HPES
Ong	1976	Австралия	480	233	10–64		bino	нет	да	TES
Fine & Kobrick	1980	США	36	9	н/у (солдаты)		bino	2 мин	да	TES
Russell et al.	1980	США	26	2	(39.5)		bino	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Verriest et al.	1980	Бельгия	38	0	25–64		bino	нет	да	TES, IES, GEDA, RG-PES, BY-PES
Raitta et al.	1981	Финляндия	102	0	28–59 (43.3)		mono	нет	да	TES
Burdick & Chebib	1982	США, Канада	92	0	24–49		bino	нет	нет	TES, IES
Verriest et al.	1982	Бельгия	232	123	10–80		bino, mono	нет	да	TES, AES, BES, CES, DES
Fine	1983	США	30	30	17–62 (32.6 ± 13.5)		bino	2 мин	да	TES, AES, BES, CES, DES
Zrenner et al.	1986	Германия	8	2	н/у		bino	нет	да	TES, IES, GEDA
Mergler & Blain	1987	Канада	23	н/у	(36.6 ± 12.7)		mono	нет	да	TES
Mergler et al.	1987	Канада	23	н/у	(36.6 ± 12.7)		mono	нет	да	TES

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Vingrys & Garner	1987	Австралия	22	0	23–46		mono	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES
Breton et al.	1988	США	63	н/у	(27.4 ± 2.2)		bino	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES
Dias	1990	Шри Ланка, Малайзия	69	0	19–31		mono	нет	да	TES
Fine	1990	США	17	17	20–34 (22)		bino	2 мин	да	TES
Fine & McCord	1991	США	43	43	18–29 (19.5)		bino	2 мин	да	TES, AES, BES, CES, DES
Rigby et al.	1991	Великобритания	30	7	20–45+		bino	нет	нет	TES
Fallas et al.	1992	Франция	120	0	20–56 (29.5)		bino	нет	н/к	TES, RG-PES, BY-PES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Cameron et al.	1993	США	60	31	8–12 (9.9)		bino	нет	нет	TES
Kapitany et al.	1993	Австрия	36	0	23–64 (43.5)		bino	нет	н/к	TES, ISC
Vanhoorne et al.	1996	Бельгия, США	190	0	35.8		bino	нет	нет	TES
Desai et al.	1997	США	62	2	26–45 (39.4 ± 7.8)		bino	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES
Poole et al.	1997	Великобритания	270	0	н/у		bino	нет	нет	TES
Acton & Schroeder	2001	США	899	440	13–62 (27.4 ± 10.3)		bino	нет	нет	TES
Karakucuk et al.	2004	Турция	16	7	14–17 (15.06 ± 1.24)		bino	нет	нет	TES, RG-PES, BY-PES
Sharanjeet-Kaur et al.	2004	Малайзия	149	65	21–53 (29.2 ± 6.9)		bino	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES, V&K-S

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Karaca et al.	2005	Турция	180	90	10–69		mono	нет	да	TES, AES, BES, CES, DES, BY-PES, RG-PES
Mazicioğlu et al.	2005	Турция	16	3	(34.12 ± 8.7)		bino	нет	нет	TES, RG-PES, BY-PES
Seki et al.	2005	Великобритания, Эфиопия	20	4	(29)		bino	нет	нет	TES
Laeng et al.	2007	Норвегия, США	301	158	(26.9 ± 6.3)		bino	нет	да	TES, IES, HPES, V&K-S
Arda et al.	2010	Турция	80	29	20–40 (27.5 ± 5.3)		bino	нет	н/к	TES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Poljak-Guberina et al.	2011	Хорватия, США	51	25	18–60 (41.5)		bino	нет	нет	TES
Bailão	2012	Португалия	28	20	18–49		bino	нет	да	TES
Lacedra et al.	2012	Бразилия	58	4	(32.2 ± 9.0)		bino	нет	нет	TES
McCusker et al.	2012	Великобритания	30	18	20–61		mono	нет	да	TES
Oji et al.	2014	Япония	68	20	27–69 (44.3 ± 9.1)		bino	нет	да	TES, PES 64–78 (tongue color region)
Arda et al.	2015	Турция	179	73	18–40 (27.4 ± 5.3)		bino	нет	н/к	TES, RG-PES, BY-PES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Brasil et al.	2015	Бразилия	83	7	18–29 (21.9 ± 3.2)		mono	нет	н/к	TES
Cranwell et al.	2015	Великобритания	92	43	6–25		bino	нет	да	TES
Nadolska & Goś	2016	Польша	95	14	18–35 (22.0 ± 3.05)		mono	нет	да	TES
Dore et al.	2018	Великобритания	34	н/у	19–56 (29 ± 8.3)		bino	нет	да	TES, P-PES, D-PES, Ti-PES
Imbery et al.	2018	США	95	36	21–44 (25)		bino	нет	да	TES
McAlpine et al.	2018	ЮАР	27	17	н/у		bino	нет	нет	TES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Imbery et al.	2020	США	291	147	(24.9 ± 3.9)		bino	нет	да	TES
Simionato et al.	2020	Бразилия	120	67	20–29 (22.7)		bino	2 мин	да	TES
Díez-Ajenjo et al.	2021	Испания	30	15	18–35 (26 ± 3)		mono	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES
García-Domene et al.	2022	Испания	75	38	20–60 (37)		mono	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES
Imbery et al.	2022	США	98	59	22–26 (25.5 ± 4.1)		bino	нет	да	TES
Zhang et al.	2022	Китай	218	63	20–24 (22.4 ± 1.46)		bino	2 мин	нет	TES

Авторы	Год	Страна	N	F	Возраст	Фактор	Метод	Лимит времени	Контроль освещенности	Показатели
Post et al.	2023	Германия	26	9	18–45 (28.8 ± 8.1)		bino	нет	да	TES, RG-PES, BY-PES
Liu et al.	2024	Китай	35	н/у	20–26		bino	2 мин	да	TES, RG-PES, BY-PES

Примечание. Статьи приводятся в хронологическом порядке, по каждому году – в алфавитном порядке. В описании возраста указывается диапазон: минимум – максимум; в скобках приводится среднее значение ± стандартное отклонение. В таблице используются следующие условные обозначения: N – общее число наблюдателей во всех экспериментальных и контрольных группах исследования; M – мужчины; F – женщины; bino – бинокулярное измерение; mono – монокулярное измерение; н/у – не указано; TES – общее количество ошибок; AES – количество ошибок в пенале A; BES – количество ошибок в пенале B; CES – количество ошибок в пенале C; DES – количество ошибок в пенале D; IES – ошибка по каждой фишке; HPES – частичная ошибка для отдельных цветовых категорий; BY-PES – частичная ошибка вдоль сине-желтой оси, RG-PES – частичная ошибка вдоль красно-зеленой оси; P-PES – частичная ошибка в зоне протан-нарушений; D-PES – частичная ошибка в зоне дейтан-нарушений; Ti-PES – частичная ошибка в зоне тритан-нарушений; Te-PES – частичная ошибка в зоне тетартан-нарушений; GEDA – графический анализ показателя IES по осям основных аномалий цветовосприятия (протан, дейтан, тритан, тетартан); ISC – индекс динамики изменений; V&K-S – расчеты методом Вингриса и Кинг-Смидта. Тематические группы факторов обозначены графически:

– экологические факторы (свойства среды обитания человека); – факторы, связанные с образом жизни; – вредные привычки; – факторы, связанные с интеллектуальными и когнитивными способностями; – профессиональная деятельность и хобби.

Количественные показатели метаанализа

Анализ и синтез больших массивов количественных эмпирических данных опубликованных работ, в которых оценка цветовой чувствительности осуществлялась с помощью теста Фарнсворта-Манселла, проводился с использованием объединенной методологии систематического обзора и метаанализа (см. подр.: Littell et al., 2008). В качестве количественных показателей метаанализа рассматривались:

(1) показатель общей ошибки (англ. – *Total error score, TES*) (Farnsworth, 1957);

(2) показатель ошибки, рассчитанный отдельно для каждой фишки (англ. – *Individual error score, IES)* (Verriest, 1963);

(3) показатели ошибок, допущенных отдельно в каждом из четырех пеналов (*AES, BES, CES, DES*) (Esposito, 2019);

(4) показатель частичных ошибок для отдельных диапазонов оттенков (от англ. – *Partial error score, PES*):

(4.1) для отдельных цветовых категорий (англ. – *Hue partial error score, HPES*) (Griber & Paramei, 2024);

(4.2) вдоль главных осей перцептивного цветового пространства – сине-желтой (англ. – *Blue-Yellow Partial error score, BY-PES*) и красно-зеленой (англ. – *Red-Green Partial error score, RG-PES*) (Smith et al., 1985);

(4.3) по зонам, соответствующим типу нарушения цветового зрения:
– числовые данные – протан (фишки 18–26 и 62–70) (англ. – *Protan Partial error score, P-PES*), дейтан (фишки 10–17 и 56–61) (англ. – *Deutan Partial error score, D-PES*), тритан (фишки 1–8 и 46–52) (англ. – *Tritan Partial error score, Ti-PES*), тетартан (фишки 30–40 и 73–82) (англ. – *Tetartan Partial error score, Te-PES*) (Varela et al., 1969);

– графический анализ (англ. – *graphical evaluation of the direction of the axis, GEDA),* (см., напр.: Zrenner et al., 1986) амплитуды значений ошибки по каждой фишке (IES) с помощью шаблона для представления результатов теста FM-100 (рисунок 2);

(5) основные показатели, рассчитанные методом Вингриса и Кинг-Смидта: угол смещения (англ. – *confusion angle, CA*), меньший радиус (англ. – *minor radius, MiR*), больший радиус (англ. – *major radius, MaR*), коэффициент рассеивания (англ. – *scatter index, S-index*) и коэффициент нарушения (англ. – *confusion index, C-index*) (см. подр. Griber & Paramei, 2024);

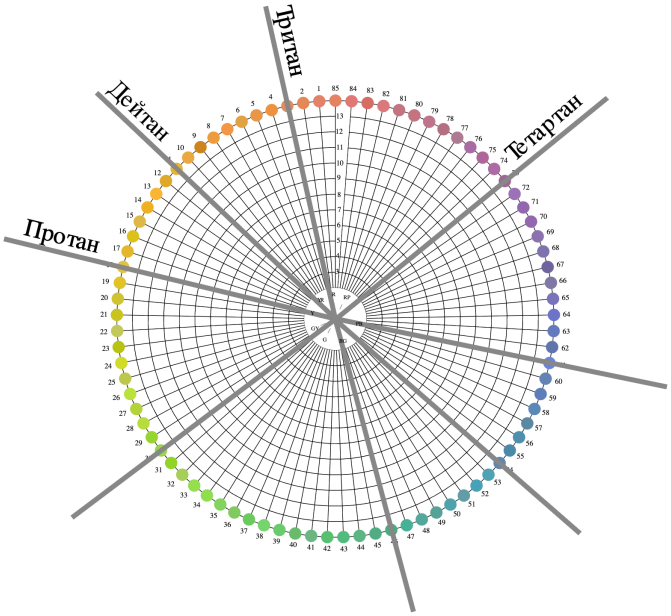
(6) индекс динамики изменений (англ. – *index of score changes, ISC*), который позволяет учесть в расчетах эффект обучения при повторном выполнении теста FM-100 (Verriest et al., 1982):

$$\sqrt{TES_1} - 0{,}25 - \sqrt{TES_2}$$

где TES_1 – показатель общей ошибки при первом обследовании, TES_2 – показатель общей ошибки при втором обследовании.

Рисунок 2

Графический анализ амплитуды значений ошибки по каждой фишке (IES) с помощью шаблона для представления результатов теста FM-100. Реконструкция на основе диаграммы в источнике (Zrenner et al., 1986, Figure 4, p. 310)



Результаты

Экологические факторы вариативности цветовой чувствительности

Согласно имеющимся данным, значимое влияние на цветовую чувствительность оказывает естественная освещенность. В частности, под влиянием экстремальных условий естественной освещенности люди, у людей, которые родились за Полярным кругом, отмечается снижение чувствительности к желто-зеленым, зеленым и зелено-синим оттенкам, и наоборот, повышение – к оттенкам в фиолетовом диапазоне. Причем наиболее заметные изменения наблюдаются у людей, родившихся осенью (Laeng et al., 2007).

Выявленную вариативность цветовой чувствительности исследователи объясняют тем, что окончательное формирование цветового зрения происходит не до, а только после рождения (Maule et al., 2023). По сравнению со взрослыми людьми, младенцы отличаются некоторой незрелостью чувствительного механизма цветового зрения к коротким волнам (см. обзор исследований в работе: Laeng et al., 2007). Двухмесячные

дети хорошо видят красный, оранжевый, сине-зеленый и синий, но плохо различают оттенки в желто-зеленом и фиолетовом диапазонах. К трем-четырем месяцам они умеют различать все хроматические тона, но чувствительность к зеленым и желтым оттенкам развивается гораздо медленнее остальных.

За полярным кругом показатели естественного освещения зависят от сезона. В зимний период происходит аномальное снижение естественного освещения, как с точки зрения количества энергии, так и по спектру длин волн. Наоборот, в летние месяцы наступает долгий полярный день, солнце остается над горизонтом, и ночь не наступает. Это означает, что дети, родившиеся в период полярной ночи за полярным кругом, в первые месяцы своей жизни практически не видят естественного солнечного света. Они все время находятся в условиях сумеречного и искусственного освещения, которое значительно отличается от солнечного света по составу электромагнитных волн и количеству энергии. В результате у них формируется необратимая специфика цветовосприятия, которая сохраняется на протяжении всей жизни (Laeng et al., 2007).

Образ жизни

Заметно влияют на цветовую чувствительность факторы, связанные с совокупностью относительно устойчивых объективных рамок и форм поведения, которые в современных исследованиях принято обозначать термином «образ жизни» (см. напр.: Griber et al., 2020; Gooderham & Handy, 2025). К числу подобных факторов, прежде всего, относятся пищевые привычки человека, которые часто имеют культурную обусловленность (Woo & Lee, 2002).

Проведенные исследования показывают, что у людей, которые постоянно пьют кофе, отмечается более высокая цветовая чувствительность, по сравнению с теми, кто пьет кофе редко или не пьет вообще (Fine & McCord, 1991). У женщин чувствительность усиливается наиболее заметно в диапазонах от желтого до красного и от сине-зеленого до синего (Böhme and Böhme, 1985). Однако в сочетании с оральными контрацептивами (противозачаточными таблетками) кофе дает противоположный эффект: цветовая чувствительность значительно снижается (Fine & McCord, 1991), наиболее заметно – в группах фиолетовых и красно-фиолетовых оттенков (Böhme & Böhme, 1985). Противозачаточные таблетки, которые многие современные женщины разного возраста принимают регулярно, оказывают также заметное самостоятельное влияние на цветовую чувствительность женщин (LaRoche & LaRoche, 1980; Böhme & Böhme, 1985).

Вредные привычки

Выраженное угнетающее воздействие на цветовую чувствительность оказывают вредные привычки – употребление алкоголя, курение, применение наркотиков и токсических веществ.

Алкоголь

Рост исследовательского интереса к более детальному изучению с помощью теста FM-100 воздействия на цветовое зрение алкоголя спровоцировали данные о том, что хронические алкоголики чаще других людей в популяции страдают частичной сине-желтой цветовой слепотой (тританопией), и отсутствие единого мнения о причинах этого нарушения (см. обзор исследований в работах: Varela et al., 1969; Russell et al., 1980).

Авторы ранних работ ставили главной целью своих исследований проверку гипотезы о том, что цветовая слепота к определенным оттенкам у людей с алкогольной зависимостью может являться врожденной и генетически обусловленной. Для доказательства выдвинутого предположения цветовое зрение измерялось не только у людей, страдающих хроническим алкоголизмом, но и у их ближайших родственников первого порядка (родителей, детей, братьев и сестер).

Исследования действительно показали, что выраженные изменения цветового зрения вдоль сине-желтой оси, характерные для пациентов с алкогольной зависимостью, наблюдаются также у их родных сестер, матерей и дочерей. Такой результат позволил авторам сделать вывод о генетическом характере выявленных нарушений и предположить, что алкогольная зависимость и характерные изменения цветового зрения могут быть взаимосвязаны и могут быть обусловлены определенным дефектом в Х-хромосоме (Cruz-Coke & Varela, 1966; Varela et al., 1969).

На возможный генетический характер сопровождающих алкогольную зависимость характерных нарушений цветовой чувствительности, по мнению авторов, указывали также более высокие показатели ошибок у людей, страдающих алкоголизмом, установленные позже в ходе обследования цветового зрения населения индейской резервации Кри в Северной Америке (Burdick & Chebib, 1982).

Сохраняя убежденность в генетической обусловленности характерных для алкоголиков изменений цветовой чувствительности, ученые проверили еще одну гипотезу – о существовании возможной связи между нарушениями цветового зрения и алкогольным циррозом печени. Однако результаты этого исследования показали отсутствие корреляции между дефектом цветового зрения, гистологической пробой печени и лабораторными тестами. А значит, аномалии цветового зрения, по-видимому, не являлись вторичными по отношению к повреждениям печени. Нарушения цветовосприятия, скорее всего, были непосредственно связаны с алкоголизмом, вследствие которого развивались также заболевания печени (Ugarte et al., 1970).

Поскольку показатели цветовой чувствительности улучшались или полностью исчезали через некоторое время после прекращения приема алкоголя (Smith & Layden, 1971; Smith, 1972; Verriest et al., 1980), популярность получила также противоположная точка зрения – о приобретенном характере снижения цветовой чувствительности у людей с алкогольной зависимостью. В качестве основных рассматривалось три патогенных механизма: характерное для алкоголизма нарушение метаболизма и

дефицит витаминов (см., напр.: Rothstein et al., 1973); функциональное нарушение печени с участием алкогольдегидрогеназы, которая метаболизирует ретинол (Smith & Layden, 1971), а также токсическое воздействие медикаментов (Verriest et al., 1980) и самого алкоголя (Smith & Layden, 1971; Russell et al., 1980; Verriest et al., 1980; Zrenner et al., 1986).

В последующие десятилетия изучение влияния алкоголя на цветовое зрение продолжилось на более широкой популяции людей, которые не страдали алкогольной зависимостью, но при этом не отказывались от алкоголя полностью. В фокусе внимания находились при этом как мгновенные (острые), так и накапливающиеся (хронические) эффекты.

Проведенные в этом направлении исследования показали, что острое воздействие алкоголя на цветовую чувствительность проявляется практически сразу после его попадания в человеческий организм и заметно снижается со временем. Наибольший рост количества ошибок происходит в синей и сине-зеленой областях цветового спектра (Adams et al., 1976). Степень нарушений цветового зрения зависит от количества алкоголя в крови. Под воздействием даже небольших доз наблюдается выраженный (в среднем трехкратный) рост ошибок по тританопической и тетартанопической осям, что, по мнению авторов исследования, указывает на специфическое влияние этилового спирта на функцию колбочек, чувствительных к синему цвету, и/или их взаимодействие с колбочками, чувствительными к более длинным волнам (измерения проводились между 60 и 130 минутами после употребления этанола) (Zrenner et al., 1986). При этом у хронических алкоголиков рост общего количества ошибок по сине-желтой оси в результате острого воздействия этанола во много раз более заметен (Russell et al., 1980).

По мере уменьшения содержания алкоголя в крови количество допускаемых при выполнении теста ошибок уменьшается. Уже на следующий день после приема алкоголя показатели цветового зрения возвращаются к прежним значениям (Russell et al., 1980).

У людей, длительно употребляющих алкоголь, изменения цветового зрения сохраняются даже без непосредственного острого воздействия. Измерение цветовосприятия молодых людей, которые на протяжении последних нескольких лет пили различные спиртные напитки регулярно в небольших и умеренных дозах, показало диффузный, без выраженной концентрации вдоль определенной оси, рост ошибок (Brasil et al., 2015). У хронических алкоголиков ошибки имели гораздо бóльшие значения, особенно по сине-желтой оси (Russell et al., 1980).

Накапливающиеся изменения цветового зрения исследователи связывают с тем, что алкоголь действует как токсин, повреждая внутренние слои сетчатки (Russell et al., 1980). В случае прекращения приема алкоголя изменения цветового зрения, даже у хронических алкоголиков, в большинстве случаев являются обратимыми. Однако установлено, что в абстинентном состоянии изменения цветового зрения на некоторое время усиливаются. Степень нарушений не связана с острым токсическим действием алкоголя, никотина или лекарств и коррелирует с тяжестью абстинентного синдрома (Kapitany et al., 1993). При этом в первые дни после прекращения приема

алкоголя наблюдаются выраженные нарушения сине-желтого цветового зрения с факультативными, дополнительными дефектами красно-зеленого цветовосприятия и скотопизацией (нарушением цветового зрения, вызванным патологической активностью палочек при адаптации к яркому свету). Через десять дней у большинства людей происходит заметное улучшение цветовосприятия, а через месяц приобретенные нарушения полностью исчезают. По мнению авторов исследования, подобные нарушения связаны с дисфункцией нейронов в результате абстиненции.

Авторы исследования молодых людей, регулярно употребляющих алкоголь, отмечают, что среди молодежи алкогольная зависимость часто встречается в комбинации с никотиновой. В совокупности с алкоголем курение может оказывать дополнительное влияние на цветовую чувствительность. Однако разницу между курящими и некурящими употребляющими алкоголь наблюдателями исследовали пока не измеряли (Brasil et al., 2015).

Курение

Проведенный анализ показывает, что заметное снижение цветовой чувствительности наблюдается даже у молодых (20–40 лет) умеренных курильщиков (10–20 сигарет в день). Согласно одним исследованиям, это снижение имеет диффузный характер (Arda et al., 2015), согласно другим – слабо (García-Domene et al., 2022) или отчетливо (Díez-Ajenjo et al., 2021) локализовано вдоль красно-зеленой оси перцептивного цветового пространства.

Отмеченные ухудшения цветового зрения проявляются вне зависимости от пола (Arda et al., 2015), усиливаются с ростом стажа вредной привычки и коррелируют с количеством сигарет, которые человек выкуривает ежедневно (Díez-Ajenjo et al., 2021). При показателе более 20 сигарет цветовая чувствительность в среднем снижается почти в два раза по сравнению с показателями тех людей, которые курят более умеренно (Arda et al., 2010; García-Domene et al., 2022) (строки ЭГ1 и ЭГ 2 Таблицы 2).

Результаты, полученные с помощью теста Фарнсворта-Манселла подтверждаются также другими тестами (см. напр.: Erb et al., 1999; Bimler & Kirkland, 2004; Fernandes et al., 2017).

Главной причиной фиксируемого снижения цветовой чувствительности у курильщиков исследователи считают разрушительное воздействие на организм человека в целом и зрительную систему в частности токсичных веществ и тяжелых металлов, количество которых в сигаретах и выделяемом при курении дыме превышает 4,5 тысячи (см. подр.: García-Domene et al., 2022). В результате происходит значительное сокращение антиоксидантов, рост свободных радикалов и раннее развитие широкого спектра заболеваний, в том числе офтальмологических (см. обзор исследований в работах: Arda et al., 2015; García-Domene et al., 2022).

При табачной амблиопии значение общей ошибки увеличивается в десятки раз и в среднем достигает 421 (Bhargava, 1973) и даже 732 единиц (Chisholm, 1970).

Таблица 2

Среднее значение и стандартное отклонение общего количества ошибок (TES) для здоровых нормальных трихроматов с никотиновой зависимостью, представленные в исследованиях (Arda et al., 2010, p. 140), (Arda et al., 2015, p. 78), (Díez-Ajenjo et al. 2021, Таблица 1), (García-Domene et al., 2022, Таблица 1)

Группа	Здоровые нормальные трихроматы с никотиновой зависимостью															
	Arda et al. (2010)			Arda et al. (2015)			Díez-Ajenjo et al. (2021)					García-Domene et al. (2022)				
	N	Ср. возраст	Ср. TES	N	Ср. возраст	Ср. TES	N	Ср. возраст	Ср. TES	Ср. RG-PES	Ср. BY-PES	N	Ср. возраст	Ср. TES	Ср. RG-PES	Ср. BY- PES
ЭГ1	50	27.5	80.0	91	28.0	65.0	13	27	60	25	35	15	35	76	34	45
ЭГ2												10	35	128	49.5	71
КГ	30	27.6	59.8	88	26.7	50.5	17	25	33	9	24	50	42	56	19	32

***Примечание**. ЭГ1 – экспериментальная группа 1, участники которой курят умеренно (не более 20 сигарет в день); ЭГ2 – экспериментальная группа 2, участники которой курят более 20 сигарет в день. Показатели общей ошибки (TES) обозначены серой заливкой, показатели частичной ошибки вдоль красно-зеленой оси перцептивного цветового пространства (RG-PES) – розовой, показатели частичной ошибки вдоль сине-желтой оси перцептивного цветового пространства (BY-PES) – голубой.*

Наркотики

Выраженное влияние на цветовую чувствительность оказывают наркотические вещества различного состава – марихуана (Adams et al., 1976; Nadolska & Goś, 2016), героин (Dias, 1990), кокаин (Desai et al., 1997), амфетамины, экстази (Nadolska & Goś, 2016) (таблица 3).

Таблица 3

Среднее значение и стандартное отклонение общего количества ошибок (TES) для здоровых нормальных трихроматов с наркотической зависимостью, представленные в исследованиях (Dias, 1990, p. 243), (Desai et al., 1997, p. 696), (Nadolska & Goś, 2016, Table 3, p. 780)

Группа	Здоровые нормальные трихроматы с наркотической зависимостью								
	Dias (1990)			Desai et al. (1997)			Nadolska & Goś (2016)		
	N	Возраст	Ср. TES	N	Возраст (ср. возраст)	Ср. TES	N	Возраст (ср. возраст)	Ср. TES
ЭГ	29	19–31	185.74	31	29–45 (39.8)	133.7	45	18–35 (22.1)	49.84
КГ	40	19–31	82.83	31	26–45 (39.0)	45.1	20	18–35 (21.9)	21.72

Марихуана (психоактивное вещество психоделического типа, которое легализовано в отдельных странах для использования в рекреационных целях, без медицинских показаний) вызывает заметные изменения цветового зрения в первые полчаса после употребления. Наибольший рост количества ошибок происходит в синей области цветового спектра; менее выраженный, но тоже заметный – в красной. Под воздействием марихуаны люди могут путать синие оттенки с сине-зелеными и фиолетовыми, а красные – с желто-красными. В течение следующего часа все показатели возвращаются к исходным значениям (Adams et al., 1976).

У людей, употребляющих кокаин (алкалоид, обладающий мощным стимулирующим воздействием на нервную систему человека), цветовая чувствительность существенно меняется вдоль сине-желтой оси перцептивного цветового пространства (Desai et al., 1997). Однако в этом случае задействуется принципиально другой механизм. Кокаин оказывает влияние на дофаминовую систему сетчатки, вызывая снижение реакции фоторецепторов на короткие волны. Это воздействие, по всей видимости, имеет длительные последствия, поскольку корреляция между показателями цветовой чувствительности и количеством дней после прекращения приема наркотика отсутствует.

Героин (полусинтетический тяжелый опиоидный наркотик, который характеризуется быстро развивающейся физической и психической зависимостью) вызывает наиболее значительные изменения цветовой чувствительности в диапазоне сине-зеленых, синих и сине-фиолетовых оттенков цветового спектра (фишки 43–63 теста Фарнсворта-Манселла) (Dias, 1990). Ученые связывают это с токсическим воздействием наркотика на сетчатку и макулярный слой, а также с возможным сопутствующим влиянием плохого питания, авитаминоза и других вредных привычек, в частности – курения. Однако точных выводов о механизмах воздействия героина на цветовое зрение пока нет.

Выявленные изменения цветовой чувствительности под воздействием наркотических веществ положительно коррелируют с длительностью зависимости и в большинстве случаев имеют обратимый характер: после прекращения употребления наркотиков цветовая чувствительность постепенно восстанавливается (Nadolska & Goś, 2016).

Интеллектуальные и когнитивные способности

Общее интеллектуальное развитие

Практически с первых лет применения теста специалисты начали обсуждать возможную связь показателей цветовой чувствительности с общим интеллектуальным развитием и различными независимыми от цветоразличения когнитивными факторами (см. напр.: Lakowski, 1971).

Пересмотр данных, полученных Verriest (1963), с точки зрения возможной корреляции выявленной им возрастной динамики цветовой чувствительности с показателями интеллектуального развития, установленными с помощью Армейского альфа-теста (англ. – *Army Alpha test*), действительно показал значимое сходство между двумя траекториями (Ong, 1976). В обоих случаях кривые развития имели характерную подковообразную форму, указывающую на то, что интеллектуальные способности и цветовая чувствительность на протяжении жизни повышаются и снижаются синхронно.

К аналогичному выводу пришли и авторы исследования, направленного на проверку гипотезы о связи цветовой чувствительности с творческим мышлением у детей (Cameron et al., 1993). Не обнаружив статистически значимой корреляции между проверенными ими показателями, они обратили внимание на характерную динамику роста цветовой чувствительности в детском и подростковом возрасте и предположили, что она может быть частью общего интеллектуального развития и изменяется вместе с ним. На этот же вывод, по сути, указывали данные о том, что показатели общей ошибки снижаются по мере роста уровня образования (Karaca et al., 2005).

Комплексное исследование функционального соответствия между цветовой чувствительностью и фактором общего интеллекта с помощью 19 различных тестов

показало достаточно умеренную корреляцию, которая в среднем составила 0.20 ± 0.07 (Acton & Schroeder, 2001). Более сильная связь зафиксирована с различными аспектами невербального интеллекта, особенно – у людей с расстройством аутистического спектра (Cranwell et al., 2015). По мнению авторов исследования, люди с расстройствами аутистического спектра демонстрируют более низкие результаты, потому что чаще обрабатывают визуальную информацию локально, а не глобально, и испытывают трудности с переключением между локальной и глобальной обработкой.

Когнитивные стили

Появление понятия когнитивных стилей (см. подр.: Холодная, 2025) спровоцировало волну интереса к проверке существования возможной связи между цветовой чувствительностью и полезависимостью – поленезависимостью наблюдателей (Fine, 1973; Fine & Kobrick, 1980; Fine & McCord, 1991). Когнитивные стили понимались в этих исследованиях как проявление общей «чувствительности» нервной системы (см. напр.: Fine, 1973, 1983, 1990), которая у разных людей может быть различной. Индивидуальные различия рассматривались при этом как результат воздействия внутренних (генетических) и внешних (экологических) факторов (см., напр.: Fine, 1973), на клеточном уровне связанный с размером, количеством и распределением определенных рецепторов, на более высоком уровне – со сложностью и специфичностью нейронных связей (Fine & McCord, 1991).

Проведенные исследования показали, что поленезависимые индивиды обладают более дифференцированной нервной системой по сравнению с полезависимыми (Fine, 1973) и заметно превосходят полезависимых не только в цветоразличении (Fine, 1973; 1983; Fine & Kobrick, 1980; Fine & McCord, 1991), но и в восприятии веса (Fine, 1990), световой (Мухамадеев и Галаутдинов, 2011) и контрастной чувствительности (Fine & Kobrick, 1987). Зафиксирована также связь между цветовой чувствительностью и визуально-пространственным восприятием: точностью глобального и локального восприятия формы (Dore et al., 2018), способностью определять углы, размеры, и мысленно манипулировать объектами в пространстве, представляя, как выглядят трехмерные предметы при взгляде с разных углов (Imbery et al., 2018; 2020; 2022).

3.5. Профессиональная деятельность и хобби

Условия труда

Исследования показывают, что в ряде профессий и хобби цветовая чувствительность человека ощутимо снижается вследствие продолжительного воздействия определенных условий труда и вовлеченных в выполняемую деятельность веществ. Эти изменения зачастую носят негативный характер и формируются под влиянием постоянного внешнего воздействия определенного фактора, неизбежно присутствующего при выполнении повторяющихся действий.

Высота над уровнем моря

Согласно имеющимся данным, цветовая чувствительность испытывает существенные нагрузки под воздействием изменений высоты над уровнем моря, которым постоянно подвергаются представители определенных профессий – альпинисты, пилоты гражданской авиации, личный состав, участвующий в военных операциях в высокогорье. Изучение этого фактора с использованием FM-100 теста проводились в естественных условиях на горе Арарат в Турции на высоте 1640 и 4200 метров (Mazicioğlu et al., 2005), 1060 и 3000 м (Karakucuk et al., 2004), а также при симулированном восхождении на высоту 3600 м (Post et al., 2023), 3658 м (Vingrys & Garner, 1987), 4500 м (Liu et al., 2024), 5486 (Smith et al., 1976) в декомпрессионной камере.

Общие выводы заключаются в том, что тритан-дефекты цветового зрения у небольшого числа людей отмечаются уже на высоте 1300 метров. Вероятность возникновения нарушений цветовосприятия у большего числа людей увеличивается по мере роста высоты над уровнем моря. Умеренная (3000 м, 3685 м) и экстремальная (4500 м) высота над уровнем моря негативно влияет на рост как общего количества ошибок (Smith et al., 1976), так и показателя частичных ошибок в сине-желтом диапазоне (Karakucuk et al., 2004; Liu et al., 2024). У некоторых людей на высоте 4000 м и выше встречаются незначительные дейтан- и протан-дефекты цветового зрения (Smith et al., 1976). Показатели постепенно восстанавливаются при акклиматизации и получении дополнительного кислорода. При этом есть люди, цветовое зрение которых не нарушается вплоть до высоты 7000 м (см. подр.: Lankford et al., 2023).

Исследователи связывают обнаруженные изменения, прежде всего, с гипоксией и снижением кровотока, снабжающего зрительные пути. Такое предположение подтверждает анализ влияния на показатели цветового зрения симулированной гипоксии: в этом случае человек тоже допускает больше ошибок по сине-желтой оси. Подобные изменения зависят от длительности воздействия, могут наблюдаться на протяжении продолжительного времени, но, в большинстве случаев, носят обратимый или частично обратимый характер. Более тяжелые и продолжительные нарушения, по всей видимости, отмечаются с ростом возраста (см. подр.: Liu et al., 2024).

Токсические вещества

Заметное снижение цветовой чувствительности зафиксировано у работников промышленных предприятий, производственный цикл которых включает разного рода токсические вещества. Наиболее агрессивное воздействие оказывают сульфид углерода (сероуглерод), который используется при производстве сырья вискозного волокна («искусственного шелка») (Raitta et al., 1981; Vanhoorne et al., 1996); органические растворители, воздействию которых, кроме рабочих промышленных предприятий, подвержены также художники, работники химчисток, уборщики, работники автозаправочных станций (Mergler & Blain, 1987; Mergler et al., 1987; Sharanjeet-Kaur et

al., 2004; Lacedra et al., 2012); термопластичные полимеры (полиэтилен, полистирол) (Fallas et al., 1992; Sharanjeet-Kaur et al., 2004).

В большинстве проведенных исследований отмечается диффузный характер выявленных нарушений (Fallas et al., 1992; Sharanjeet-Kaur et al., 2004; Lacedra et al., 2012) или просто фиксируется заметный рост общей ошибки, и показатели частичных ошибок отдельно не рассчитываются (Vanhoorne et al., 1996; Mergler & Blain, 1987; Mergler et al., 1987) (таблица 1). По мнению некоторых исследователей (см., напр.: Mergler & Blain, 1987; Mergler et al., 1987; Sharanjeet-Kaur et al., 2004), отсутствие выраженной локализации нарушений цветовой чувствительности может свидетельствовать о прогрессирующем процессе. Скорее всего сначала снижение цветовой чувствительности имеет тританоподобный характер. Однако по мере развития воздействия с внешних слоев сетчатки в сторону оптического нерва нарушения приобретают комплексный характер и утрачивают изначальную полярность. Аналогичный сценарий развития характерен для прогрессирующих нарушений цветовой чувствительности при диабете (см. подр.: Sharanjeet-Kaur et al., 2004).

Подчеркнем, что во всех описанных случаях уровень применявшихся в производстве опасных веществ находился в пределах законодательно разрешенной нормы. Во многих случаях работники постоянно использовали защитные костюмы и средства респираторной защиты. Поскольку описываемые профессиональные изменения цветовой чувствительности не выходили за пределы нормы, сами наблюдатели, как правило, их не ощущали и не подозревали об их существовании (см. подр.: Imbery, 2018).

В некоторых случаях исследования не подтвердили распространенные стереотипные представления о возможном влиянии на цветовую чувствительность определенных условий труда. В частности, не установлено снижение цветовой чувствительности у профессиональных ортодонтов, которые на протяжении длительного времени ежедневно используют для отверждения материалов фотополимеризационные устройства (McCusker et al., 2012).

Опыт работы с цветом

Наряду с отмеченной тенденцией профессионального снижения цветовой чувствительности под влиянием определенных видов деятельности, существует также противоположное положительное влияние профессиональной и производственной компетентности на цветоразличение. Обнаруженные в выявленных исследованиях данные указывают на то, что цветовая чувствительность улучшается по мере роста уровня специализированных знаний о цвете и совершенствования связанных с цветовой дискриминацией навыков (Verriest, 1963; Aspinall, 1974; Verriest et al., 1982; Breton et al., 1988).

Специалисты, постоянно работающие с цветом в лабораториях или на производстве пигментов, пластика, текстиля, красок, имеют в среднем в три раза более развитую

цветовую чувствительность по сравнению с неспециалистами (Farnsworth, 1957). Показатели цветовой чувствительности даже начинающих архитекторов и колористов заметно отличаются от непрофессионалов такого же возраста (Lakowski, 1971).

У специалистов традиционной японской медицины кампо, которые ежедневно изучают форму и цвет языка пациентов для диагностики состояния их здоровья, отмечается гиперчувствительность к группе характерных для тканей языка оттенков красной и красно-фиолетовой частей спектра (фишки 64–78 цветового теста Фарнсворта-Манселла) (Oji et al., 2014). Показатели профессиональной цветовой чувствительности к этой хроматической группе коррелируют с продолжительностью практики кампо и наиболее заметны у специалистов, практикующих более десяти лет. Они не зависят от пола наблюдателя и не снижаются с возрастом, в то время как чувствительность к другим оттенкам цветового спектра у этих же наблюдателей, в соответствии с динамикой возрастной нормы, постепенно сокращается.

Аналогичная профессиональная гиперчувствительность зафиксирована в ряде исследований у дантистов (Simionato et al., 2020). Изучение дантистов показывает, что цветовую чувствительность можно эффективно развивать с помощью специальных компьютерных программ, однако без постоянной практики достигнутый высокий уровень в течение приблизительно шести месяцев снова снижается (см. обзор исследований в работе: Imbery et al., 2020).

Основываясь на имеющихся данных, исследователи считают, что представители отдельных профессий в таких сферах, как инженерия, авиация, навигация, фармакология, химия, эстетическая стоматология, медицинские технологии, должны регулярно проходить специализированные тренинги для повышения цветовой чувствительности, если этот показатель у них понижен по сравнению со среднестатистической нормой (см. подр.: Imbery et al., 2020; Zhang et al., 2022).

Отдельно обсуждается необходимость обязательной проверки цветового зрения у представителей профессий, в которых рутинная деятельность прямо или косвенно задействует цветовую чувствительность, прежде всего – гистопатологов (Poole et al., 1997; McAlpine et al., 2018), цитопатологов (Rigby et al., 1991), лаборантов (Seki et al., 2005), стоматологов (Poljak-Guberina et al., 2011), реставраторов (Bailão, 2012). Цветовая чувствительность этих специалистов существенно влияет на продуктивность их профессиональной деятельности, а ее снижение приводит к росту в процессе выполнения трудовых обязанностей количества ошибок, которые в отдельных случаях могут иметь непоправимые последствия.

Обсуждение результатов

Представленный в статье систематический обзор содержит критический анализ литературы в предметной области, который позволяет сопоставить имеющиеся данные, выявить тенденции и определить пробелы в изучении экологических,

психологических и социокультурных факторов цветовой чувствительности. Обзор охватывает эмпирические исследования за последние 70 лет, проведенные в различных странах мира на всех континентах (таблица 1).

Анализ собранных исследований показывает, что цветовая чувствительность подвержена заметному влиянию целого ряда факторов. Перечень факторов достаточно широк и включает как внутренние физиологические механизмы (см. подр.: Грибер, 2025а), так и многочисленные и вариативные внешние воздействия – географические, экономические, социокультурные, психологические.

Тематическая кластеризация исследований, подтверждающих возможное воздействие на цветовую чувствительность внешних факторов, позволяет объединить их в пять групп: (1) экологические факторы (свойства среды обитания человека, включающие географическое положение и условия естественного освещения); (2) факторы, связанные с устойчивыми формами поведения, составляющими образ жизни человека; (3) вредные привычки (курение, употребление алкоголя и наркотических веществ); (4) факторы, связанные с интеллектуальным и когнитивным развитием; (5) профессиональная деятельность и хобби.

Факторы из разных тематических кластеров изучены и описаны к настоящему моменту в неравной степени. Наиболее долгую историю имеет изучение воздействий на цветовую чувствительность профессиональной деятельности и условий труда. Исследования этой группы охватывают достаточно большое количество профессий в сфере промышленности (Raitta et al., 1981; Mergler & Blain, 1987; Mergler et al., 1987; Fallas et al., 1992; Vanhoorne et al., 1996; Sharanjeet-Kaur et al., 2004; Lacedra et al., 2012), медицины (Rigby et al., 1991; Poole et al., 1997; Seki et al., 2005; Poljak-Guberina et al., 2011; McCusker et al., 2012; Oji et al., 2014; McAlpine et al., 2018; Simionato et al., 2020; Imbery et al., 2018, 2020, 2022), искусства и дизайна (Farnsworth, 1957; Lakowski, 1971), культуры (Bailão, 2012), управления транспортом (Zhang et al., 2022), спортивной и военной деятельности в экстремальных условиях (Vingrys & Garner, 1987; Karakucuk et al., 2004; Mazicioğlu et al., 2005; Post et al., 2023; Liu et al., 2024).

В большинстве случаев в анализе факторов, связанных с профессиональной деятельностью, используются простые показатели. Чаще всего рассчитывается только общая ошибка (TES), значение которой сравнивается в группах с различным опытом работы в определенной сфере деятельности или под воздействием специфических условий. В последнем случае показатель общей ошибки может также измеряться несколько раз у одних и тех же наблюдателей, чтобы зафиксировать динамику или ее отсутствие.

Анализ собранных данных показывает, что в одном случае цветовая чувствительность испытывает негативные изменения под влиянием постоянного воздействия при выполнении повторяющихся действий в определенных условиях (см., напр.: Vanhoorne et al., 1996; Karakucuk et al., 2004; Sharanjeet-Kaur et al., 2004; Lacedra et al., 2012; Liu et al., 2024). В других, наоборот – улучшается по мере роста уровня

специализированных знаний о цвете и совершенствования связанных с цветовой дискриминацией навыков (см., напр.: Farnsworth, 1957; Lakowski, 1971; Oji et al., 2014; Simionato et al., 2020). В обоих случаях она влияет на продуктивность профессиональной деятельности (см., напр.: Seki et al., 2007). При этом слабую цветовую чувствительность у нормальных трихроматов можно эффективно развивать с помощью специальных упражнений (см., напр.: Imbery et al., 2020; Zhang et al., 2022) и связанного с цветом метакогнитивного тренинга (ср.: Грибер, 2025b).

Еще одним хорошо разработанным направлением в исследовании вариативности цветовой чувствительности с помощью теста Фарнсворта-Манселла является изучение токсического воздействия вредных привычек – алкоголя (Cruz-Coke & Varela, 1966; Varela et al, 1969; Ugarte et al., 1970; Smith & Layden, 1971; Smith, 1972; Adams et al., 1976; Russell et al., 1980; Verriest et al, 1980; Burdick & Chebib, 1982; Zrenner et al., 1986; Kapitany et al., 1993; Brasil et al., 2015), курения (Chisholm, 1970; Bhargava, 1973; Arda et al., 2010, 2015; Díez-Ajenjo et al., 2021; García-Domene et al., 2022), различных по составу наркотических веществ (Adams et al., 1976; Dias, 1990; Desai et al., 1997; Nadolska & Goś, 2016). В работах этой группы измерения, как правило, проводятся бинокулярно, без лимита времени и с неконтролируемым освещением, что во многом связано с полевыми условиями экспериментов. Выявленные нарушения цветового зрения наиболее часто описываются в зависимости от преобладающей оси – как «сине-желтые» или «красно-зеленые» (ср. таблицы 1 и 2). Для удобства анализа показатель частичной ошибки вдоль красно-зеленой оси обычно вычитают из значения ошибки вдоль сине-желтой оси (BY-PES – RG-PES). Положительное значение рассматривают как снижение цветовой чувствительности вдоль сине-желтой оси, отрицательное – наоборот, вдоль красно-зеленой (см., напр.: Vingrys & Garner, 1987).

Для интерпретации полученных результатов в большинстве случаев используется правило, которое в начале XX века вывел для приобретенных дефектов цветового зрения Х. Кельнер (Köllner, 1912), объединив имеющиеся теоретические данные с собственным клиническим опытом. Согласно закону Кельнера, «синие» дефекты характерны для заболеваний сетчатки, а «красно-зеленые» – для заболеваний зрительного нерва. Нарушения цветовосприятия вдоль сине-желтой оси в большинстве случаев возникает временно под влиянием различных сопутствующих факторов, среди которых – гипоксия, повышение внутриглазного давления, повреждения или заболевания внутренних слоев сетчатки (Francois et al.,1961; Smith et al., 1976). Красно-зеленые нарушения, как правило, носят более серьезный характер и свидетельствуют о комплексных и прогрессирующих нарушениях цветовой чувствительности (см., подр.: Mergler & Blain, 1987; Mergler et al., 1987; Sharanjeet-Kaur et al., 2004).

Полученные исследователями данные свидетельствуют о том, что алкоголь, никотин, наркотические вещества оказывают схожее угнетающее воздействие на цветовую чувствительность, главной причиной которого является токсичность и разрушительное воздействие на организм человека в целом и зрительную систему в частности потребляемых человеком веществ. Снижение цветовой чувствительности

наблюдается практически сразу после попадания токсичного вещества в человеческий организм и заметно снижается со временем. В случае отказа от вредной привычки изменения цветовой чувствительности, в большинстве случаев, являются обратимыми.

Изучение факторов, связанных с интеллектуальным и когнитивным развитием, пока имеет менее системный характер. Наиболее завершенным является анализ связи между цветовой чувствительностью и когнитивными стилями (Fine, 1973; 1983; 1990; Fine & Kobrick, 1980; Fine & McCord, 1991), а также комплексное исследование функционального соответствия между цветовой чувствительностью и различными аспектами невербального интеллекта (Acton & Schroeder, 2001; Cranwell et al., 2015).

Экологические факторы, а также возможное воздействие на цветовую чувствительность образа жизни и отдельных продуктов, составляющих привычный рацион человека, также изучены пока недостаточно. К настоящему времени здесь гораздо больше гипотез и предположений, чем уже доказанных и научно обоснованных выводов.

Имеющиеся научные данные показывают, что, с точки зрения эволюции, цветовое зрение человека формировалось для передачи информации о свойствах среды его обитания и во многом продолжает оставаться под влиянием тех экологических условий, в которых находится организм (Lee & Webster, 2023). Мощным фактором, воздействующим на базовые механизмы цветового зрения, являются цветовые свойства окружающего мира, составляющие своеобразную «цветовую диету» человека (Skelton et al., 2024). Эти цветовые характеристики непостоянны: они существенно меняются от региона к региону (Zeng et al., 2024) и даже в одном и том же месте подвержены выраженным сезонным колебаниям (Грибер, 2024).

Поскольку наблюдатели адаптируются к условиям той цветовой среды, в которую они погружены, логично ожидать, что цветовая чувствительность тоже будет варьироваться в разных природных зонах, разном климате, в различные сезоны (см. подр.: Lee & Webster, 2023). Полученные с помощью теста Фарнсворта-Манселла данные подтверждают это предположение относительно экстремально сниженной естественной освещенности.

Аналогичный пик вариативности цветовой чувствительности резонно было бы ожидать в результате экстремального повышения уровня фототоксического влияния солнечного света. Согласно имеющимся научным данным, агрессивное воздействие ультрафиолета ускоряет нормальное пожелтение хрусталика с возрастом, делает его более мутным и плотным (Lee & Webster, 2023). В результате желтые пигменты хрусталика поглощают больше коротких (синих) волн, прежде чем они достигают сетчатки, снижая, таким образом, возможность восприятия оттенков синей части цветового спектра (Josserand et al., 2021). По мнению ряда лингвистов (см., напр.: Bornstein, 1973; Brown & Lindsey, 2004; Lindsey & Brown, 2002), отмеченные физиологические изменения могут объяснять менее детальную лексикализацию синих оттенков и довольно распространенное в различных языках объединение

синей и зеленой категорий в одну, а также различную чувствительность к оттенкам цветового спектра в целом, которая обнаружена в языках целого ряда народов, которые исторически обитают в регионах с высоким ультрафиолетовым излучением (в низких широтах).

Влияние географической широты на цветовое зрение человека проявляется также в неравномерном распределении людей с аномалиями цветовосприятия, опираясь на которые Т.Е. Раймхен выстраивает свою «сумеречную теорию» (Reimchen, 1987). Представленный им анализ статистических данных, полученных в 45 странах мира, показывает, что количество случаев красно-зеленых нарушений цветового зрения заметно коррелирует с широтой. В то время как в экваториальных широтах (0 ± 20°) Центральной и Южной Америки, Африки и Азии количество случаев стремится к нулю (0–4% населения), в средних широтах (20–40°) наблюдается рост показателя до 3–6%, а его максимальные значения (6–14%) фиксируются в северных широтах Западной Европы.

В целом объем постоянно влияющего на человека ультрафиолетового излучения определяет сложный набор факторов, среди которых – широта (количество солнечного света), долгота (степень озонной фильтрации), климат и влажность (облачность), растительность (закрытая и открытая местность) и культура (продолжительность и виды активности на открытом воздухе). Все они в большей или меньшей степени могут оказывать влияние не вариативность цветовой чувствительности. Наиболее значимым фактором, по всей видимости, является «световой режим» (англ. – *photic regime*) (Reimchen, 1987). Тем не менее, другие экологические факторы тоже могут воздействовать на цветовую чувствительность, однако это воздействие пока еще в достаточной степени не изучено.

Накопленные к настоящему моменту данные дают также все основания предполагать, что вариативность цветовой чувствительности может формироваться под влиянием широкого спектра продуктов, составляющих привычный рацион человека – наличие в нем морепродуктов и рыбы, определенных овощей, продуктов, обеспечивающих организм витаминами и каротиноидами. Так, существует мнение, что в организм людей, в рационе которых много морепродуктов, могут попадать нейротоксины, которые будут оказывать влияние на цветовое зрение. На цветовосприятие может влиять постоянное употребление жирной рыбы (см. обзор исследований в работе Laeng et al., 2007). Исследования также показывают заметное увеличение плотности важного для цветовой чувствительности макулярного пигмента у людей, рацион которых богат продуктами, содержащими природные каротиноиды (Hammond et al., 1997). Однако самостоятельных работ, направленных на проверку конкретных гипотез, мы не обнаружили. Единственное исключение составляет исследование, посвященное изучению влияния глюкозы на результативность теста в условиях гипоксии (Post et al., 2023). Значимых изменений в этой работе установлено не было.

Заключение и выводы

Представленный в статье анализ позволяет определить существенные для вариативности цветовой чувствительности внешние факторы – экологические, психологические, социокультурные – и наметить возможные перспективы их дальнейшего научного обсуждения. В частности, нуждается в продолжении изучение связи показателей цветовой чувствительности с различными свойствами среды обитания человека и образом жизни, важными составляющими которого являются питание и диета, физическая активность, культурные предпочтения и поведенческие привычки. Особого внимания по-прежнему заслуживает анализ связи между цветовой чувствительностью и общим интеллектуальным развитием, а также с различными независимыми от цветоразличения когнитивными факторами. Перспективным направлением исследования является также вариативность цветового зрения, вызванная разного рода системными, инфекционными и хроническими заболеваниями, а также изменения цветовой чувствительности под воздействием медицинских препаратов, особенно – предполагающих длительное применение. В планировании дальнейших исследований целесообразно усилить обоснованную базу дифференциации влияния отдельных факторов и продолжить изучение комбинированного воздействия различных факторов в их совокупности.

Благодарности

Автор выражает признательность стажеру-исследователю «Лаборатории цвета» Смоленского государственного университета Владимиру Устименко за помощь в подготовке визуальных материалов исследования.

Литература

Грибер, Ю. А. (2024). Человек и цвет: колористика культурного ландшафта. *Человек, 35*(6), 108–123. https://doi.org/10.31857/S0236200724060078

Грибер, Ю. А. (2025a). Метаанализ телесных факторов вариативности цветовой чувствительности. *Российский психологический журнал, 22*(4), 103–132. https://doi.org/10.21702/rpj.2025.4.6

Грибер, Ю. А. (2025b). Метакогнитивные механизмы цветовой коммуникации. *Современная зарубежная психология, 14*(3), 20–29. https://doi.org/10.17759/jmfp.2025140302

Мухамадеев, Р. А., Галаутдинов, М. Ф. (2011). Световая чувствительность и поленезависимость-полезависимость у индивидов с нормальным зрением и с миопией. *Вестник Оренбургского государственного университета, 14*(133), 269–273.

Холодная, М. А. (2025). Об эффекте расщепления полюсов когнитивных стилей: двадцать лет спустя. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология, 15*(1), 35–50. https://doi.org/10.21638/spbu16.2025.102

Acton, G. S., & Schroeder, D. H. (2001). Sensory discrimination as related to general intelligence. *Intelligence, 29*(3), 263–271. https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00066-6

Adams, A. J., Brown, B., Haegerstrom-Portnoy, G., & Flom, M. C. (1976). Evidence for acute effects

of alcohol and marijuana on color discrimination. *Perception & Psychophysics, 20*(2), 119–124. https://doi.org/10.3758/BF03199442

Arda, H., Mirza, G. E., Polat, O. A., Karakucuk, S., Oner, A., & Gümüş, K. (2015). Effects of chronic smoking on color vision in young subjects. *International Journal of Ophthalmology, 8*(1), 77–80. https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2015.01.14

Arda, H., Oner, A., Gümüş, K., Karaca, Ç., Karakucuk, S., & Mirza, E. (2010). Evaluation of colour vision in smokers with the Farnsworth-Munsell 100 hue test: preliminary results. *Journal of Retina-Vitreous, 18*(2), 139–142.

Aspinall, P. A. (1974). Inter-eye comparison on the 100-hue test. *Acta Ophthalmologica, 52*(3), 307–31. https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1974.tb00382.x

Bailão, A. (2012). Colour discrimination in conservation students: the Farnsworth-Munsell 100– hue test. *Ge-Conservacion, 3*, 105–116. https://doi.org/10.37558/gec.v3i0.102

Bhargava, S. K. (1973). Tobacco amblyopia and acquired dyschromatopsia anomaloscope tests. *Acta Ophthalmologica, 51*, 822–828. https://doi.org/10.1111/J.1755-3768.1973.TB06051.X

Bimler, D. L., & Kirkland, J. (2004). Multidimensional scaling of D15 caps: color-vision defects among tobacco smokers? *Visual Neuroscience, 21*(3), 445–448. https://doi.org/10.1017/S0952523804213116

Böhme, M., & Böhme, H. R. (1985). Der Einfluss hormonaler Kontrazeptiva und des Coffeins auf den Farnsworth-Munsell-100-Hue-Test [Effect of hormonal contraceptives and caffeine on the Farnsworth-Munsell 100-hue Test]. *Zentralblatt fur Gynakologie, 107*(21), 1300–1306.

Bornstein M. H. (1973). Color vision and color naming: a psychophysiological hypothesis of cultural difference. *Psychological Bulletin, 80*(4), 257–285. https://doi.org/10.1037/h0034837

Bosten, J. M. (2022). Do you see what I see? Diversity in human color perception. *Annual Review of Vision Science, 8*(1), 101–133. https://doi.org/10.1146/annurev-vision-093020-112820

Brasil, A., Castro, A. J., Martins, I. C., Lacerda, E. M., Souza, G. S., Herculano, A. M., Rosa, A. A., Rodrigues, A. R., & Silveira, L. C. (2015). Colour vision impairment in young alcohol consumers. *PloS one, 10*(10), e0140169. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140169

Breton, M. E., Fletcher, D. E., & Krupin, T. (1988). Influence of serial practice on Farnsworth-Munsell 100-hue scores: the learning effect. *Applied Optics, 27*(6), 1038–1044. https://doi.org/10.1364/AO.27.001038

Brown, A. M., & Lindsey, D. T. (2004). Color and language: Worldwide distribution of Daltonism and distinct words for ‘‘blue’’. *Visual Neuroscience, 21*(3), 409–412. https://doi.org/10.1017/s0952523804213098

Burdick, J. A., & Chebib, F. S. (1982). Heredity, color vision, and alcoholism. *The International Journal of the Addictions, 17*(5), 815–822. https://doi.org/10.3109/10826088209056329

Cameron, B. A., Brown, D. M., Carson, D. K., Meyer, S. S., & Bittner, M. T. (1993). Children's creative thinking and color discrimination. *Perceptual and Motor Skills, 76*(2), 595–598. https://doi.org/10.2466/pms.1993.76.2.595

Chisholm, I. A. (1970). Quantitative assessment of colour vision in tobacco amblyopia. *Proceedings of the Royal Society of Medicine, 63*(8), 792. https://doi.org/10.1177/003591577006300824

Cranwell, M. B., Pearce, B., Loveridge, C., & Hurlbert, A. C. (2015). Performance on the Farnsworth-Munsell 100-Hue Test is significantly related to nonverbal IQ. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 56*(5), 3171–3178. https://doi.org/10.1167/iovs.14-16094

Cruz-Coke, R., & Varela, A. (1966). Inheritance of alcoholism. Its association with colour-blindness. *Lancet, 2*(7476), 1282–1284. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(66)91693-x

Desai, P., Roy, M., Roy, A., Brown, S., & Smelson, D. (1997). Impaired color vision in cocaine-withdrawn patients. *Archives of General Psychiatry, 54*(8), 696–699. https://doi.org/10.1001/archpsyc.1997.01830200020003

Dias, P. L. (1990). Dyschromatopsia in heroin addicts. *British Journal of Addiction, 85*(2), 241–244. https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1990.tb03077.x

Díez-Ajenjo, M. A., García-Carabal, M., Luque-Cobija, M. J., & García-Domene, M. C. (2021). Blue-yellow deficiencies in young moderate smokers. *Journal of Optometry, 14*(2), 199–205. https://doi.org/10.1016/j.optom.2020.06.006

Dore, P., Dumani, A., Wyatt, G., & Shepherd, A. J. (2018). Links between global and local shape perception, coloured backgrounds, colour discrimination, and non-verbal IQ. *Vision Research, 151*, 31–40. https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.02.004

Erb, C., Nicaeus, T., Adler, M., Isensee, J., Zrenner, E., & Thiel, H. J. (1999). Colour vision disturbances in chronic smokers. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 237*(5), 377–380. https://doi.org/10.1007/s004170050247

Esposito, T. (2019). An adjusted error score calculation for the Farnsworth-Munsell 100 Hue Test. *LEUKOS: The Journal of the Illuminating Engineering Society*, *15*(2–3), 195–202. https://doi.org/10.1080/15502724.2018.1514265

Fallas, C., Fallas, J., Maslard, P., & Dally, S. (1992). Subclinical impairment of colour vision among workers exposed to styrene. *British Journal of Industrial Medicine, 49*(10), 679–682. https://doi.org/10.1136/oem.49.10.679

Fanlo Zarazaga, A., Gutiérrez Vásquez, J., & Pueyo Royo, V. (2019). Review of the main colour vision clinical assessment tests. Revisión de los principales test clínicos para evaluar la visión del color. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmologia, 94*(1), 25–32. https://doi.org/10.1016/j.oftal.2018.08.006

Farnsworth, D. (1943). The Farnsworth-Munsell 100-hue and dichotomous tests for color vision. *Journal of the Optical Society of America, 33*(10), 568–578.

Farnsworth, D. (1957). *The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the Examination of Color Discrimination*: *Manual*. Munsell Color Company.

Fernandes, T. M., de Almeida, N. L., dos Santos, N. A. (2017). Acquired color vision defects in chronic heavy smoking. *Journal of Addiction Prevention, 5*(1), 4.

Fine, B. J. (1973). Field-dependence-independence as "sensitivity" of the nervous system: supportive evidence with color and weight discrimination. *Perceptual and Motor Skills, 37*(1), 287–295. https://doi.org/10.2466/pms.1973.37.1.287

Fine, B. J. (1983). Field-dependence and color discrimination ability in females. *Perceptual and Motor Skills, 57*(3, Pt 1), 983–986. https://doi.org/10.2466/pms.1983.57.3.983

Fine, B. J. (1990). Field-dependence and judgment of weight and color: some implications for research on human performance. *Human Performance, 3*(4), 259–267, https://doi.org/10.1207/s15327043hup0304_3

Fine, B. J., & Kobrick, J. L. (1980). Field dependence, practice, and low illumination as related to the Farnsworth-Munsell 100-Hue test. *Perceptual and Motor Skills, 51*(3 Pt 2), 1167–1177. https://doi.org/10.2466/pms.1980.51.3f.1167

Fine, B. J., & Kobrick, J. L. (1987). Cigarette smoking, field-dependence and contrast sensitivity. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 58*(8), 777–782.

Fine, B. J., & McCord, L. (1991). Oral contraceptive use, caffeine consumption, field-dependence, and the discrimination of colors. *Perceptual and Motor Skills, 73*(3), 931–941. https://doi.org/10.2466/pms.1991.73.3.931

García-Domene, M. C., Luque-Cobija, M. J., de Fez, D., & Díez-Ajenjo, M. A. (2022). Chromatic contrast sensitivity functions and colour discrimination in smoker patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(12), 6991. https://doi.org/10.3390/ijerph19126991

Gooderham, G. K., & Handy, T. C. (2025). Metacognitive function in young adults is impacted by physical activity, diet, and sleep patterns. *PloS one, 20*(1), e0317253. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317253

Griber, Y. A., & Paramei, G. V. (2024). Colour discrimination in post-COVID-19 observers assessed by

the Farnsworth-Munsell 100-Hue test. *Russian Psychological Journal, 21*(1), 6–32. https://doi.org/10.21702/rpj.2024.1.1

Griber, Y. A., Selivanov, V. V., & Weber, R. (2020). Color in the educational environment for older people: recent research review. *Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education, 47*(5), 368–383. https://doi.org/10.32744/pse.2020.5.26

Hammond, B. R., Jr, Johnson, E. J., Russell, R. M., Krinsky, N. I., Yeum, K. J., Edwards, R. B., & Snodderly, D. M. (1997). Dietary modification of human macular pigment density. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 38*(9), 1795–1801.

Imbery, T. A., Killough, C., Baechle, M. A., Hankle, J. L., & Janus, C. (2022). An evaluation of factors affecting dental shade matching in first-year dental students. *The Journal of Prosthetic Dentistry, 128*(3), 489–495. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.030

Imbery, T. A., Stilianoudakis, S., Tran, D., Bugas, C. K., & Seekford, K. (2020). Is there an association between Perceptual Ability Test scores and color vision acuity? *Journal of Dental Education, 84*(6), 688–694. https://doi.org/10.1002/jdd.12111

Imbery, T. A., Tran, D., Baechle, M. A., Hankle, J. L., & Janus, C. (2018). Dental shade matching and value discernment abilities of first-year dental students. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists, 27*(9), 821–827. https://doi.org/10.1111/jopr.12781

Josserand, M., Meeussen, E., Majid, A., & Dediu, D. (2021). Environment and culture shape both the colour lexicon and the genetics of colour perception. *Scientific Reports, 11*, 19095. https://doi.org/10.1038/s41598-021-98550-3

Kapitany, T., Dietzel, M., Grünberger, J., Frey, R., Koppensteiner, L., Schleifer, G., & Marx, B. (1993). Color vision deficiencies in the course of acute alcohol withdrawal. *Biological Psychiatry, 33*(6), 415–422. https://doi.org/10.1016/0006-3223(93)90169-e

Karaca, A., Saatçi, A. O., & Kaynak, C. (2005). [The result of Farnsworth-Munsell 100 hue test in Turkish population]. *Journal of Retina-Vitreous,13*(2), 119–123.

Karakucuk, S., Oner, A. O., Goktas, S., Siki, E., & Kose, O. (2004). Color vision changes in young subjects acutely exposed to 3,000 m altitude. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 75*(4), 364–366.

Köllner, H. (2012). *Die Störungen des Farbensinnes: ihre klinische Bedeutung und ihre Diagnose*. Berlin: Verlag von S. Karger.

Lacerda, E. M., Lima, M. G., Rodrigues, A. R., Teixeira, C. E., de Lima, L. J., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. (2012). Psychophysical evaluation of achromatic and chromatic vision of workers chronically exposed to organic solvents. *Journal of Environmental and Public Health, 2012*(4), 784390. https://doi.org/10.1155/2012/784390

Laeng, B., Brennen, T., Elden, A., Gaare Paulsen, H., Banerjee, A., & Lipton, R. (2007). Latitude-of-birth and season-of-birth effects on human color vision in the Arctic. *Vision Research, 47*(12), 1595–1607. https://doi.org/10.1016/j.visres.2007.03.011

Lakowski, R. (1971). The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test [Reprinted from the Ophthalmic Optician]. *Clinical and Experimental Optometry, 54*(10), 347–355. https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.1971.tb00013.x

Lankford, H. V., & Hovis, J. K. (2023). Color vision in the mountains. *Wilderness & Environmental Medicine, 34*(4), 610–617. https://doi.org/10.1016/j.wem.2023.08.003

LaRoche, J., LaRoche, C. (1980). [Study of the effect of a 4th group of drugs on color discrimination and summary of the results]. *Annales Pharmaceutiques Françaises, 38*, 323–331.

Lee, K.R., & Webster, M.A. (2023). Environmental Influences on Color Vision. In: Shamey, R. (ed.) *Encyclopedia of Color Science and Technology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89862-5_76

Lindsey, D. T., & Brown, A. M. (2002). Color naming and the phototoxic effects of sunlight on the eye. *Psychological Science, 13*(6), 506–512. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00489

Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. K. (2008). *Systematic Reviews and Meta-Analysis*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195326543.001.0001

Liu, S., Wang, Y., Yu, X., Li, J., Zhou, J., Li, Y., Wang, Z., Zhou, C., Xie, J., Guo, A., Zhou, X., Ding, Y., Li, X., & Ding, L. (2024). Investigating the effects of simulated high altitude on colour discrimination. *BMJ Open Ophthalmology, 9*(1), e001894. https://doi.org/10.1136/bmjophth-2024-001894

Maule, J., Skelton, A. E., & Franklin, A. (2023). The Development of color perception and cognition. *Annual Review of Psychology*, *74*, 87–111. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-032720-040512

Mazicioğlu, M., Karaküçük, S., Öner, A., Ulusal, H., & Mirza, G. E. (2006). Effects of high altitude on colour vision of climbers during an expedition to Mt. Ağrı. *Journal of Clinical Practice and Research, 28*(3), 134–137.

McAlpine, E., Maritz, R., & Williams, S. (2018). Hue discrimination among pathologists using a computer-based Farnsworth-Munsell 100-hue test. *Histopathology, 73*(5), 869–871. https://doi.org/10.1111/his.13692

McCusker, N., Bailey, C., Robinson, S., Patel, N., Sandy, J. R., & Ireland, A. J. (2012). Dental light curing and its effects on color perception. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics, 142*(3), 355–363. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.04.017

Mergler, D., & Blain, L. (1987). Assessing color vision loss among solvent-exposed workers. *American Journal of Industrial Medicine, 12*(2), 195–203. https://doi.org/10.1002/ajim.4700120208

Mergler, D., Blain, L., & Lagacé, J. P. (1987). Solvent related colour vision loss: an indicator of neural damage? *International Archives of Occupational and Environmental Health, 59*(4), 313–321. https://doi.org/10.1007/BF00405275

Nadolska, K., & Goś, R. (2016). Evaluation of color perception in individuals addicted to narcotic substances in the Farnsworth-Munsell 100-Hue test. *Medycyna Pracy, 67*(6), 777–785. https://doi.org/10.13075/mp.5893.00469

Oji, T., Namiki, T., Nakaguchi, T., Ueda, K., Takeda, K., Nakamura, M., Okamoto, H., & Hirasaki, Y. (2014). Study of factors involved in tongue color diagnosis by kampo medical practitioners using the Farnsworth-Munsell 100 Hue Test and tongue color images. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2014, 783102. https://doi.org/10.1155/2014/783102

Ong, J. (1976). Trait analysis of colour discriminative and intellectual development. *Clinical and Experimental Optometry, 59*(2), 54–56. https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.1976.tb01863.x

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco A., Welch, V., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, 71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Poljak-Guberina, R., Celebic, A., Powers, J. M., & Paravina, R. D. (2011). Colour discrimination of dental professionals and colour deficient laypersons. *Journal of Dentistry, 39*(3), e17–e22. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.09.008

Poole, C. J., Hill, D. J., Christie, J. L., & Birch, J. (1997). Deficient colour vision and interpretation of histopathology slides: cross sectional study. *BMJ (Clinical research ed.), 315*(7118), 1279–1281. https://doi.org/10.1136/bmj.315.7118.1279

Post, T. E., Schmitz, J., Denney, C., De Gioannis, R., Weis, H., Pesta, D., Peter, A., Birkenfeld, A. L., Haufe, S., Tegtbur, U., Frings-Meuthen, P., Ewald, A. C., Aeschbach, D., & Jordan, J. (2023). Oral fructose intake does not improve exercise, visual, or cognitive performance during acute normobaric hypoxia in healthy humans. *Frontiers in Nutrition, 10*, 1170873. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1170873

Raitta, C., Teir, H., Tolonen, M., Nurminen, M., Helpiö, E., & Malmström, S. (1981). Impaired color discrimination among viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association, 23*(3), 189–192.

Reimchen, T. E. (1987). Human color vision deficiencies and atmospheric twilight. *Social Biology, 34*(1–2), 1–11. https://doi.org/10.1080/19485565.1987.9988655

Rigby, H. S., Warren, B. F., Diamond, J., Carter, C., & Bradfield, J. W. (1991). Colour perception in pathologists: the Farnsworth-Munsell 100-hue test. *Journal of Clinical Pathology, 44*(9), 745–748. https://doi.org/10.1136/jcp.44.9.745

Rothstein, T. B., Shapiro, M. W., Sacks, J. G., & Weis, M. J. (1973). Dyschromatopsia with hepatic cirrhosis: relation to serum B 12 and folic acid. *American Journal of Ophthalmology, 75*(5), 889–895. https://doi.org/10.1016/0002-9394(73)90899-4

Russell, R. M., Carney, E. A., Feiock, K., Garrett, M., & Karwoski, P. (1980). Acute ethanol administration causes transient impairment of blue-yellow color vision. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research, 4*(4), 396–399. https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.1980.tb04838.x

Seki, N., Yassin, M. A., Cuevas, L. E., Wendy Bailey, J., Bertel Squire, S., & Ramsay, A. (2005). Short communication: colour vision and proficiency in diagnostic microscopy. *Tropical Medicine & International Health: TM & IH, 10*(5), 433–434. https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2005.01422.x

Sharanjeet-Kaur, Mursyid, A., Kamaruddin, A., & Ariffin, A. (2004). Effect of petroleum derivatives and solvents on colour perception. *Clinical & Experimental Optometry, 87*(4–5), 339–343. https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2004.tb05064.x

Simionato, A., Pecho, O. E., & Della Bona, A. (2021). Efficacy of color discrimination tests used in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 33*(6), 865–873. https://doi.org/10.1111/jerd.12673

Skelton, A. E., Maule, J., Floyd, S., Wozniak, B., Majid, A., Bosten, J. M., & Franklin, A. (2024). Effects of visual diet on colour discrimination and preference. *Proceedings. Biological Sciences, 291*(2031), 20240909. https://doi.org/10.1098/rspb.2024.0909

Smith, J. W. (1972). Color vision in alcoholics. *Annals of the New York Academy of Sciences, 197*, 143–147. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1972.tb28136.x

Smith, J. W., & Layden, T. A. (1971). Color vision defects in alcoholism. II. *The British Journal of Addiction to Alcohol and Other Drugs, 66*(1), 31–37. https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1971.tb02363.x

Smith, V. C., Ernest, J. T., & Pokorny, J. (1976). Effect of hypoxia on FM 100-Hue test performance. *Modern Problems in Ophthalmology, 17*, 248–256.

Smith, V. C., Pokorny, J., & Pass, A. S. (1985). Color axis determination on the Farnsworth-Munsell 100-hue test. *American Journal of Ophthalmology, 100*(1), 176–182. https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)75002-0

Ugarte, G., Cruz-Coke, R., Rivera, L., Altschiller, H., & Mardones, J. (1970). Relationship of color blindness to alcoholic liver damage. *Pharmacology, 4*(5), 297–308. https://doi.org/10.1159/000136150

Vanhoorne, M., De Rouck, A., & Bacquer, D. (1996). Epidemiological study of the systemic ophthalmological effects of carbon disulfide. *Archives of Environmental Health, 51*(3), 181–188. https://doi.org/10.1080/00039896.1996.9936014

Varela, A.; Rivera, L., Mardones, J., & Cruz-Coke, R. (1969). Color vision defects in non-alcoholic relatives of alcoholic patients. Addiction, 64(1), 67–73. https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1969.tb01111.x

Verriest, G. (1963). Further studies on acquired deficiency of color discrimination. *Journal of the Optical Society of America, 53*(1), 185–195. https://doi.org/10.1364/JOSA.53.000185

Verriest, G., Francq, P., & Piérart, P. (1980). Results of colour vision tests in alcoholic and in mentally disordered subjects. *Ophthalmologica, 180*(5), 247–256. https://www.karger.com/Article/FullText/308982

Verriest, G., Van Laethem, J., & Uvijls, A. (1982). A new assessment of the normal ranges of the Farnsworth-Munsell 100-Hue test scores. *American Journal of Ophthalmology, 93*(5), 635–642. https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)77380-5

Vingrys, A. J., & Garner, L. F. (1987). The effect of a moderate level of hypoxia on human color vision. *Documenta Ophthalmologica. Advances in Ophthalmology, 66*(2), 171–185. https://doi.org/10.1007/BF00140454

Vingrys, A. J., & King-Smith, P. E. (1988). A quantitative scoring technique for panel tests of color vision. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 29*(1), 50–63.

Woo, G. C., & Lee, M.-h. (2002). Are ethnic differences in the F-M 100 scores related to macular pigmentation? *Clinical and Experimental Optometry, 85*(6), 372–377. https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2002.tb02388.x

Zeng, L., Li, R. Y. M., & Li, R. (2024). Chromaticity Analysis on Ethnic Minority Color Landscape Culture in Tibetan Area: A Semantic Differential Approach. *Applied Sciences, 14*(11), 4672. https://doi.org/10.3390/app14114672

Zhang, Y., Ma, J., Cheng, S., & Hu, W. (2022). A Computer-Based Farnsworth-Munsell 100-Hue (CFM-100) Test in Pilots' Medical Assessments. *Aerospace Medicine and Human Performance, 93*(4), 362–367. https://doi.org/10.3357/AMHP.5943.2022

Zrenner, E., Riedel, K. G., Adamczyk, R., Gilg, T., & Liebhardt, E. (1986). Effects of ethyl alcohol on the electrooculogram and color vision. *Documenta Ophthalmologica. Advances in Ophthalmology, 63*(4), 305–312. https://doi.org/10.1007/BF00220220

Поступила в редакцию: 22.09.2025

Поступила после рецензирования: 11.11.2025

Принята к публикации: 12.01.2026

Заявленный вклад авторов

Юлия Александровна Грибер – планирование, организация и руководство эмпирическим исследованием, сбор эмпирического материала, работа с источниками, анализ и интерпретация данных, оформление статьи в соответствии с требованиями журнала, редактирование рукописи.

Информация об авторе

Юлия Александровна Грибер – доктор культурологии, профессор кафедры социологии и философии, директор научно-образовательного центра «Лаборатория цвета», Смоленский государственный университет, Смоленск, Российская Федерация; WOS Researcher ID: AAG-4410-2019, Scopus Author ID: 56809444600, SPIN-код РИНЦ: 8214-8269, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2603-5928; e-mail: y.griber@gmail.com

Информация о конфликте интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.