

Энциклопедия цвета

Физика. Восприятие.
Психология. Бренды.



Научные основы и применение цвета в дизайне

Как читать эту книгу

Книга начинается с физических основ и измерения цвета, затем переходит к восприятию, психологии и применению в дизайне. Цветовые схемы сопровождают конкретные задачи: оформление интерфейса, навигацию, работу с материалом и визуальную коммуникацию. Карта цвета в приложении помогает различать ассоциации и результаты исследований.

Определение стандарта, экспериментальный результат и дизайнерская рекомендация решают разные задачи. HEX-код обозначает экранный цвет, но сам по себе не описывает освещение, материал и реакцию человека.

Источники в тексте кликабельны и пронумерованы. Оглавление и закладки ведут к главам. Для чтения на небольшом экране удобнее сопутствующая HTML-версия.

Содержание

Путеводитель по энциклопедии	7
1. Цвет как явление	9
2. Электромагнитное излучение	10
3. Видимый спектр и границы цветовых названий	11
4. Спектральное распределение мощности	13
5. Отражение и поглощение	14
6. Прозрачность, полупрозрачность и фильтры	15
7. Рассеяние: голубое небо и красный закат	17
8. Преломление, дисперсия и радуга	18
9. Интерференция и цвет тонких плёнок	19
10. Структурный цвет	20
11. Зачем измерять цвет	22
12. Колориметрия	23
13. Standard Observer - стандартный наблюдатель	24
14. Color Matching Functions - функции сложения цветов	25
15. CIE 1931 XYZ	26
16. Chromaticity Diagram - диаграмма цветности	27
17. xyY	28
18. CIELAB	29
19. LCh	30
20. CIELUV	31
21. ΔE - цветовое различие	32
22. Just Noticeable Difference - порог различения	33

23. Munsell Color System - система Манселла	34
24. Natural Color System - NCS	35
25. Ostwald System - система Оствальда	36
26. RGB	37
27. CMYK	38
28. HSL и HSV	39
29. sRGB	40
30. Display P3	41
31. Adobe RGB	42
32. Rec.709	43
33. Rec.2020	43
34. HDR и wide color gamut	44
35. Gamut - цветовой охват	45
36. White point - белая точка	45
37. Illuminants - источники освещения в расчёте	46
38. D50, D65 и другие стандарты	47
39. Цветовая температура	47
40. CRI и качество света	48
Тематический раздел I. Как человек воспринимает цвет	49
Тематический раздел II. Психология цвета: эмоции и поведение	50
Тематический раздел III. Цвет бренда: что известно и почему его выбирают	52
Тематический раздел IV. Сочетания цветов: предпочтение, гармония и читаемость	54
Тематический раздел V. Цвет в рекламе, продаже и упаковке	55
Тематический раздел VI. Цвет сайта и интерфейса	56
Тематический раздел VII. Цвет в графиках, картах и данных	58

Тематический раздел VIII. Еда, напитки и цвет среды	59
Тематический раздел IX. Культура, язык и различия предпочтений	60
Тематический раздел X. Как проверять утверждения о цвете	61
Тематический раздел XI. Цвет от экрана до печати: рабочий маршрут	62
Тематический раздел XII. Цветовая система интерфейса: роли, токены, состояния	63
Тематический раздел XIII. Доступность цвета на реальных элементах	65
Тематический раздел XIV. Браэм и психология цвета: что перенести в дизайн	66
Тематический раздел XV. Палитра из задачи: практикум для дизайнера	70
Тематический раздел XVI. Цвет в композиции: фон, площадь и фотография	72
Тематический раздел XVII. Градиенты, прозрачность и тёмная тема	74
Тематический раздел XVIII. Цвет в производстве: от утверждения до тиража	76
Тематический раздел XIX. Разбор интерфейса: действие, выбор и ошибка	78
Тематический раздел XX. Практикум: цвет в отчёте и дашборде	80
Тематический раздел XXI. Упаковка и айдентика: цвет в линейке продуктов	82
Тематический раздел XXII. Как обосновывать цвет и принимать решения	84
Тематический раздел XXIII. Цвет и типографика: читаемость без потери характера	86
Тематический раздел XXIV. Психология цвета в реальном макете	88
Тематический раздел XXV. Цветовые модели: какую выбрать для задачи	90
Тематический раздел XXVI. Три решения, в которых цвет легко переоценить	92
Тематический раздел XXVII. Атлас исправлений: восемь решений «до и после»	94
Тематический раздел XXVIII. Различия цветового зрения и доступные цветовые системы	98
Тематический раздел XXIX. Цвет на материале и при разном свете	100
Тематический раздел XXX. OKLCH на практике: от координат до HEX и контраста	102
Тематический раздел XXXI. Цвет изображения от камеры до сайта и видео	104

Тематический раздел XXXII. Цветовая система от макета до кода	106
Тематический раздел XXXIII. Названия цвета в каталоге и карточке товара	108
Тематический раздел XXXIV. Цвет во времени: переходы, статусы и вспышки	110
Тематический раздел XXXV. Карточки исследований для дизайнера	111
Тематический раздел XXXVI. Четыре проекта: цвет от брифа до проверки	114
Тематический раздел XXXVII. Современный CSS-цвет: от токена до браузера	118
Тематический раздел XXXVIII. Цвет материала при реальном освещении	120
Тематический раздел XXXIX. Цвет, неопределённость и отсутствие данных	122
Тематический раздел XL. Цвет и возраст: проектировать для задачи, а не для стереотипа	124
Тематический раздел XLI. Как проверить цветовую гипотезу без самообмана	126
Тематический раздел XLII. Измерение и приёмка цвета: от эталона до тиража	128
Приложение. Карта цвета и доказательств	130
Источники	133

Путеводитель по энциклопедии

Эта книга устроена как справочник решений. Цвет здесь не «работает» сам по себе: результат зависит от задачи, окружения, площади, освещения, носителя и аудитории. Если времени мало, начните с задачи, а затем переходите к объяснению и источникам.

Задача дизайнера	Где начать	Что проверить в результате
Собрать палитру бренда	Палитра из задачи, линейка продуктов	Узнаваемость, отличимость конкурентов, работа на всех носителях
Выбрать цвет кнопки и статусов	Цветовая система интерфейса, разбор интерфейса	Контраст, смысл состояния, заметность без опоры только на цвет
Обосновать «психологический эффект»	Психология цвета, карточки исследований	Тип исследования, измеренный исход, контекст, предел переноса
Сделать график или карту	Цвет в данных, практикум	Порядок значений, читаемость легенды, монохромная проверка
Перевести макет в печать	Экран и печать, материалы и свет, измерение и приёмка	Профиль, бумага, проба, освещение и правило приёма
Подготовить тёмную тему	Градиенты и тёмная тема, токены и код	Контраст каждой роли и состояния, а не инверсия HEX
Подобрать цвет товара и название	Названия цвета, цвет изображения	Согласие фото, названия, образца и реального товара
Объяснить решение команде	Как обосновывать цвет, методы проверки	Гипотеза, критерий, контрольные варианты и запись решения
Провести проект целиком	Четыре сквозных проекта	Бриф, роли цветов, контраст, носитель и тест
Передать цвета в CSS	Современный CSS-цвет	sRGB-запасной вариант, поддержка функций, финальные пары
Утвердить материал и свет	Практикум по освещению	Физический образец, условия просмотра, критерий приёма
Показать качество данных	Неопределённость в графике	Диапазон, отсутствие данных и честный вывод
Проверить интерфейс для разного возраста	Цвет и возраст	Поиск цели, альтернативные признаки и реальные участники
Проверить цветовую гипотезу	Протокол теста	Измеримый исход, контроль условий и границы вывода

Краткий словарь

- **Цветовой тон (hue)** - положение цвета в круге оттенков; не равен яркости.

- **Светлота (lightness)** - положение между тёмным и светлым в заданной модели; не то же самое, что физическая яркость дисплея.
- **Насыщенность и хрома** - разные определения интенсивности цвета в разных моделях; численно их нельзя механически приравнять.
- **Контрастная пара** - сочетание конкретных переднего и заднего цветов; её отношение не доказывает доступность всего интерфейса.
- **Относительная яркость** - величина, используемая в формуле контраста WCAG для sRGB.
- **Цветовой охват (gamut)** - множество цветов, воспроизводимых устройством или пространством.
- **Профиль ICC** - описание преобразования цветовых значений между устройством и стандартным пространством.
- **Метамеризм** - совпадение вида двух образцов при одних условиях и различие при других.
- **Цветовая константность** - способность зрения частично сохранять восприятие цвета предмета при смене освещения.
- **Одновременный контраст** - изменение вида одного и того же цвета из-за окружающих цветов.
- **Цветовой токен** - именованная роль цвета в продукте, например `text.primary`, а не просто HEX.
- **Последовательная палитра** - шкала упорядоченных значений от меньшего к большему.
- **Дивергентная палитра** - две направленные ветви вокруг осмысленного центра.
- **Категориальная палитра** - набор различных цветов для классов без количественного порядка.
- **CVD** - особенности цветового зрения; одно «симулированное» изображение не заменяет проверку с людьми.
- **Предпочтение** - оценка «нравится» в конкретном задании, не автоматически выбор или покупка.
- **Ассоциация** - связь, о которой сообщает участник; сама по себе не причинный эффект цвета.
- **Репликация** - повторная проверка результата новым исследованием.
- **TM-30** - метод IES для характеристики цветопередачи источника света; не оценка «психологического качества» палитры.
- **ΔE00** - показатель различия двух цветов по формуле CIEDE2000; без условий измерения и согласованного допуса не является решением о приёме.
- **Неопределённость данных** - ограниченность знания о значении, которую нужно описать по методике источника, а не скрывать цветом.

Предметный указатель

А-К: ассоциации - [психология](#); брендинг - [бренды](#); видимость - [доступность](#); графики - [данные](#); изображения - [фото и видео](#); контраст - [типографика](#).

М-Я: материалы - [печать](#) и [освещение](#); названия - [каталог](#); неопределённость - [данные](#); OKLCH - [практикум](#); палитра - [практикум](#); приёмка тиража - [измерение](#); проекты - [четыре кейса](#); психология - [карточки исследований](#); состояния - [токены](#); тест гипотезы - [протокол](#); цветовая модель - [модели](#); CSS - [производство](#).

1. Цвет как явление

Почему эта глава начинается с белой чашки

Поставьте белую чашку рядом с окном. Перенесите её под тёплую лампу, затем в тень. В бытовом разговоре она останется белой. На трёх фотографиях её пиксели, вероятно, окажутся разными. Какое из значений и есть «настоящий цвет»?

Ответ зависит от вопроса. Для контроля производства важны свойства покрытия и согласованные условия измерения. Для фотографа - свет, экспозиция и цветообразование. Для читателя каталога - впечатление от изображения и ожидание реального товара. Смешение этих задач создаёт спор там, где сначала нужно согласовать предмет измерения. Чашка - учебный пример, а не описание экспериментальной выборки.

Стимул и восприятие

CIE описывает воспринимаемый цвет через цветовой тон, яркость или светлоту и характеристики colourfulness, saturation либо chroma. Последние три термина не взаимозаменяемы: в этой книге используются пояснения «выраженность цветового ощущения», «насыщенность» и «хрома» соответственно. Среди факторов названы спектр стимула, размер и окружение поля, адаптация и опыт наблюдателя. Следовательно, определение шире, чем «длина волны» или «свойство предмета». [CIE S 017:2020, термин 17-22-040 \[1\]](#).

Полезно различать четыре уровня. Материал имеет оптические свойства. Освещение и материал формируют излучение, доходящее до глаза. Зрительная система создаёт воспринимаемый цвет. Человек описывает его словом и приписывает ему значение. Последний уровень включает язык и культуру: «красный» как ответ в опросе - иная исследовательская переменная, чем измеренный спектр красной поверхности.

Такая цепочка - авторская схема организации книги. Она помогает понять, на каком уровне произошла ошибка. Неверный ICC-профиль относится к передаче и воспроизведению сигнала; неудачный термин в каталоге - к обозначению; непонятный статус кнопки - к интерпретации.

Почему цвет нельзя полностью приписать объекту

Для матовой нефлуоресцентной поверхности в упрощённом случае спектр отражённого света зависит от спектра освещения и спектрального отражения. Но равенство этих спектров не является условием любого цветового совпадения: разные спектральные стимулы могут иметь одинаковые трёхстимульные значения в заданной колориметрической системе. Это метамерия. [CIE, 17-23-006 \[2\]](#).

Практический вывод. Совпадение экранного образца и ткани в одном помещении не гарантирует их совпадения при другой лампе. В задании на фирменный цвет нужно указать, что именно требуется: экранный код, печатная проба, физический эталон или согласование нескольких носителей.

Фраза «цвет существует только в голове» тоже недостаточна для работы. Она правильно напоминает об участии наблюдателя, но скрывает измеримые свойства внешнего мира. Спектрофотометр может надёжно отличить материалы, даже когда человек не различает их в данных условиях. Измерение и восприятие отвечают на связанные, но разные вопросы.

Один объект, три документа

Для чашки из начала главы дизайнер мог бы подготовить три записи:

Документ	Что фиксирует	Чего не обещает
Спецификация покрытия	Образец, материал, метод и условия контроля	Одинаковую фотографию при любом освещении
Карточка изображения	Профиль, исходник, параметры экспорта	Полное совпадение всех экранов
Контентная карточка	Название цвета и пояснение покупателю	Спектральную точность слов «молочный белый»

Это предлагаемая процедура, а не требование CIE. Её смысл - сделать каждое обещание проверяемым.

Что запомнить

Когда в следующих главах появляется слово «цвет», уточняйте объект разговора: стимул, координаты, впечатление, название или значение. Большая часть ошибочных психологических обобщений начинается с незаметного перехода между этими уровнями.

ЧАСТЬ 1

2. Электромагнитное излучение

Длина волны, частота и энергия

Для монохроматической волны в вакууме длина волны λ и частота ν связаны равенством $c = \lambda\nu$. Энергия фотона определяется как $E = h\nu = hc/\lambda$. Скорость света $c = 299\,792\,458$ м/с и постоянная Планка $h = 6,62607015 \times 10^{-34}$ Дж·с имеют точные значения в SI. [NIST, определяющие постоянные SI \[3\]](#).

Нанометр равен одной миллиардной метра. В оптике это удобная единица, поскольку длины волн видимого излучения составляют сотни нанометров. Частота при уменьшении длины волны увеличивается. Это физическое отношение не следует переводить в психологическую формулу «короткая волна активнее воздействует на человека»: для такого вывода потребовались бы данные о конкретном воздействии и измеренном исходе.

Рассчитаем три примера

Ниже - расчёт для отдельных фотонов в вакууме. Он ничего не говорит о мощности лампы или воспринимаемой яркости экрана.

Длина волны	Частота, приблизительно	Энергия фотона, приблизительно
450 нм	666,2 ТГц	2,755 эВ
550 нм	545,1 ТГц	2,254 эВ
650 нм	461,2 ТГц	1,907 эВ

Значения получены из формул выше; для перевода использовано точное соотношение $1 \text{ эВ} = 1,602176634 \times 10^{-19}$ Дж. Расчёт воспроизводится по приведённым формулам.

Пусть два идеализированных монохроматических источника излучают по одному ватту при 450 и 650 нм. Число фотонов в секунду равно P/E . У длинноволнового источника оно окажется примерно в $650/450 \approx 1,44$ раза больше. Это авторская расчётная задача. Она показывает, почему одинаковая мощность и одинаковое число фотонов - разные условия эксперимента.

Почему интенсивность не равна энергии фотона

Энергия отдельного фотона определяется частотой, а мощность потока зависит также от количества фотонов за время. Квантовое описание взаимодействия света с веществом, включая связь энергии и частоты, обсуждается в учебном изложении фотоэффекта. [OpenStax, University Physics Volume 3, §6.2 \[4\]](#).

Для читателя это различие полезно при встрече с рекламным выражением «энергетический цвет». Оно может обозначать впечатление от композиции, но не становится физической величиной. Алый плакат не содержит больше энергии только из-за своего названия. Чтобы говорить об энергии, потребуются площадь, время, спектр и измерение излучения.

Что происходит в материале

В обычном описании прозрачной среды фазовая скорость связана с показателем преломления: $v = c/n$; это соотношение вводится в [OpenStax, §1.1 \[5\]](#). При переходе через неподвижную границу частота сохраняется, а длина волны в среде меняется. Поэтому используемые в цветовой спецификации длины волн нужно понимать в принятом контексте, а не представлять, будто цветовая категория автоматически меняется при погружении луча в стекло. Геометрию преломления рассматривает [OpenStax, §1.3 \[6\]](#).

Для дизайнера

В макете спектральной диаграммы подписывайте единицы. Ось «цвет» недостаточна: это может быть длина волны, угол тона HSL или категория из опроса. Линия между 400 и 700 нм должна означать физический диапазон; декоративный градиент под ней - лишь экранное оформление. Не выдавайте насыщенность градиента за измеренную чувствительность глаза.

ЧАСТЬ 1

3. Видимый спектр и границы цветовых названий

Где начинается и заканчивается видимое

Часто встречающийся интервал 380-780 нм удобен для иллюстраций, но не является резкой границей. CIE указывает зависимость обнаружения от потока на сетчатке и чувствительности наблюдателя; нижний предел обычно выбирают между 360 и 400 нм, верхний - между 760 и 830 нм. [CIE, visible radiation \[7\]](#).

Поэтому аккуратная подпись к рисунку звучит так: «Условная область видимого излучения». Подпись «глаз человека видит строго от 380 до 780 нм» создаёт ложную точность. В научной работе диапазон прибора, расчётный диапазон стандартных таблиц и фактическая обнаружимость стимула могут не совпадать.

Спектр непрерывен, названия дискретны

Радуга и спектр призмы не содержат физических перегородок между «жёлтым» и «оранжевым». Изменение условий и принятой классификации меняет границы названий. Дисперсия распределяет компоненты по длинам волн, а не сортирует их по словам. [OpenStax, §1.5 \[8\]](#).

В этой энциклопедии таблица «название → нанометры» не используется как переводчик любого цвета. Для узкополосного излучения можно задавать длину волны; для широкополосного стимула нужна спектральная функция. Для экранной заливки - координаты в пространстве и условия отображения.

Почему не существует универсального wavelength → HEX

HEX в CSS задаёт координаты sRGB. Отображение спектрального стимула требует выбора стандартного наблюдателя, масштаба интенсивности, преобразования в цветовое пространство и способа работы с невоспроизводимыми цветами. sRGB не охватывает все видимые цветности. Поэтому красочная полоска спектра на сайте не может одновременно быть точной физической демонстрацией всех спектральных цветов. О кодировании и преобразованиях: [CSS Color 4 \[9\]](#); о функциях наблюдателя: [CIE 1931 \[10\]](#).

Учебная ситуация. Автор сайта хочет показать «синий свет 450 нм» заливкой `#0000FF`. Такая заливка допустима как условный знак, если это прямо сказано. Она не превращает экран в монохроматический источник 450 нм. У двух мониторов с одинаковой заливкой могут быть разные спектры первичных излучателей.

Спектральный фиолетовый и пурпурный

В разговоре «фиолетовый» часто покрывает широкий набор оттенков. В физическом описании спектральное коротковолновое излучение и пурпурная смесь разных областей спектра различаются. Цветовое сходство не делает их спектры одинаковыми. Это один из случаев, где название из палитры не заменяет описание стимула.

При подготовке интерфейса полезнее хранить две записи: техническую `#7C3AED` в sRGB и редакционное название «фиолетовый». Если речь идёт об оптическом эксперименте, к ним добавляют спектральные данные или точные условия воспроизведения. Слова «чистый цвет» без определения избегают: это может означать спектральную узость, высокую цветность или просто отсутствие примеси краски.

Проверка иллюстрации

Спросите, что демонстрирует рисунок: порядок длин волн, доступный gamut или языковые категории. Совместить всё на одной полоске можно только при явном объяснении каждого слоя. Для учебной статьи достаточно честной схемы; для сравнения измерений необходимы численные данные.

4. Спектральное распределение мощности

Цвет начинается с функции

Если координаты RGB похожи на краткое резюме, спектр похож на подробную запись. Он показывает, как выбранная величина распределена по длинам волн. Нужно назвать саму величину: спектральный поток, облучённость или энергетическую яркость. Одного сокращения SPD недостаточно для единиц измерения. CIE определяет спектральное распределение как плотность соответствующей величины по спектральной координате. [CIE, 17-21-029 \[11\]](#).

Например, спектральный поток можно выразить в Вт/нм. Площадь под кривой на выбранном диапазоне соответствует потоку в этом диапазоне. Если кривую нормировали к максимуму, абсолютная мощность из неё уже не восстанавливается без масштаба. У относительного спектрального распределения значения безразмерны. [CIE, 17-21-030 \[12\]](#).

Как читать график

Сначала проверьте горизонтальную ось: нанометры и частота требуют разных представлений плотности. Затем вертикальную: абсолютные единицы, относительная величина или проценты. Наконец, выясните, как получены данные: измерение, стандартная таблица или учебная модель.

Два графика, каждый нормированный к собственному максимуму, позволяют сравнивать форму, но не яркость источников. Гладкая линия также не гарантирует точного измерения: это может быть интерполяция редких точек. Эти замечания - правила чтения данных, а не оценка конкретной лампы.

Одинаковая белизна, разные спектры

Метамерные стимулы имеют одинаковые трёхстимульные значения в заданной системе, хотя спектрально отличаются. Поэтому видимое совпадение белого не определяет спектральное равенство источников. [CIE, metamerism \[2\]](#).

Для дизайнера магазина из этого следует практическая задача: оценивать освещение вместе с товарами. Представим два светильника, у которых визуально похожий белый свет. Это ещё не проверка вида красной ткани, тёмной кожи или упаковки. Испытание проводят на важных для проекта материалах и фиксируют условия, а не ограничиваются фотографией светильника.

Учебная модель отражённого сигнала

В упрощённой модели без флуоресценции и с неизменной геометрией относительную спектральную форму отражённого сигнала можно представить как $S(\lambda)R(\lambda)$, где S - освещение, R - спектральное отражение. Это не универсальная формула всей сцены: она не учитывает направленность, многократные отражения и собственное излучение.

Авторский численный пример. В трёх выбранных полосах относительные значения источника равны 0,8; 1,0; 0,6, а отражение поверхности - 0,1; 0,3; 0,8. Произведения равны 0,08; 0,30; 0,48. Это демонстрация зависимости, не измеренный спектр ткани и не расчёт RGB. По трём произвольным полосам нельзя объявить точный HEX результата.

От источника к отражённому сигналу

Три условные спектральные полосы · относительные значения

	Полоса 1	Полоса 2	Полоса 3
Источник S	0,80	1,00	0,60
Отражение R	0,10	0,30	0,80
Произведение S × R	0,08	0,30	0,48

Учебный расчёт: без флуоресценции, при неизменной геометрии.

Полосы не являются каналами RGB. По этой таблице нельзя получить точный HEX.

Умножение относительного освещения на отражение в трёх условных полосах

Что запрашивать у поставщика

Если цвет критичен для экспозиции, запросите описание спектральных условий и способ измерения, а затем согласуйте физическую пробу. Спектральная кривая полезна вместе с данными о режиме работы и геометрии. Отсутствие таких сведений не доказывает плохое качество изделия, но ограничивает выводы, которые можно сделать из рекламного графика.

ЧАСТЬ 1

5. Отражение и поглощение

Куда уходит падающий свет

Падающее излучение может отражаться, проходить через материал и поглощаться. Для пассивного объекта без добавленного излучения энергетический баланс требует согласованно учесть эти составляющие. Поглощение и отражение зависят от материала и длины волны. Общее физическое объяснение взаимодействий: [NASA, Wave Behaviors \[13\]](#).

Условная запись $R + T + A = 1$ применима к долям одного и того же падающего потока при совместимых условиях учёта. Здесь R - отражённая доля, T - прошедшая, A - поглощённая. Нельзя подставлять в неё значение зеркального блика, измеренное только в узком направлении, вместо всего отражённого потока.

Цвет поверхности и блик

Для проектирования полезно различать цветовую составляющую материала и рисунок отражения света. Глянцевая и матовая версии покрытия могут создавать разные впечатления даже при близкой основной цветности. На фотографии глянцевого образца светлое пятно может прежде всего описывать источник освещения, а не новый «оттенок краски».

Учебный кейс. Дизайнер подбирает тёмно-синюю коробку #172554 и просит типографию воспроизвести её с матовой ламинацией. Затем сравнивает результат с глянцевым цифровым рендером. Этот способ

контроля смешивает цвет, материал и освещение. Разумнее согласовать отдельную физическую пробу покрытия и отдельный эталон изображения. HEX здесь только исходное намерение для экранного макета.

Почему краски не складываются как лучи

Световые потоки от независимых источников можно складывать по спектральной мощности при обычных некогерентных условиях. Смесь пигментов устроена иначе: свет взаимодействует с частицами, поглощается и рассеивается. Поэтому операция усреднения двух HEX не предсказывает вид реальной смеси красок. Отдельную группу механизмов - структурную окраску и её сочетание с пигментами - рассматривает обзор [Kinoshita, Yoshioka & Miyazaki, 2008 \[14\]](#). Это обзор оптики структурного цвета, а не модель перевода экранных HEX в рецептуру краски.

В учебном интерфейсе смешивания можно сделать приближение и назвать его приближением. Если пользователь выбирает «смешать синюю и жёлтую краску», результат должен соответствовать заявленной модели материалов. Если модель просто смешивает RGB, подпись должна говорить о цифровом смешении. Ошибка возникает не из-за упрощения, а из-за несоответствия названия операции её смыслу.

Белое и чёрное - тоже материал

«Белая бумага» не задаёт полный спектр отражения, а «чёрная ткань» не означает нулевое отражение во всех направлениях и диапазонах. Для производственного контроля важны образец, подложка, фактура и условия наблюдения. Цветовой код каталога не заменяет эти сведения.

Показательная авторская процедура: положить две пробы рядом на одной нейтральной подложке, задать одинаковое направление света и посмотреть их с нескольких углов. Если различие исчезает при смене угла, сначала исследуйте блеск и геометрию. Если меняется при смене источника, исследуйте спектральные условия. Такой тест помогает сформулировать вопрос, но не заменяет приборное измерение.

ЧАСТЬ 1

6. Прозрачность, полупрозрачность и фильтры

Пройти сквозь - не значит остаться прежним

Пропускающий материал может изменить спектр света и его распределение по направлениям. Поэтому прозрачность, бесцветность и отсутствие оптического влияния не являются синонимами. Прозрачное цветное стекло позволяет различать предметы, а матовое бесцветное стекло может сильно размывать их контуры. Физические взаимодействия проходящего света рассматриваются в [NASA, Wave Behaviors \[13\]](#).

Для дизайнера прозрачность - свойство целой сцены: материала, толщины, фона, освещения и положения наблюдателя. Одной заливкой можно передать условную идею стекла, но не полностью описать его оптику.

Два фильтра подряд

В простой модели без рассеяния, дополнительных отражений и люминесценции спектральное пропускание двух последовательных фильтров равно $T_1(\lambda)T_2(\lambda)$. Условный синий фильтр пропускает некоторую область длин волн; второй фильтр может её ослабить. Поэтому сочетание двух цветных плёнок может получиться тёмным, даже если каждая по отдельности выглядит яркой.

Авторский расчёт. При пропускании 0,50 у первой плёнки и 0,40 у второй для выбранной длины волны итог равен 0,20. Это не универсальная формула сложения непрозрачностей CSS. Физическая модель фильтра зависит от длины волны; альфа-композиция смешивает изображения в заданном представлении.

Альфа-канал и реальное стекло

Восьмизначная CSS-запись `#175CD380` задаёт синий sRGB с альфа-каналом. Она не сообщает показатель преломления, толщину, рассеяние или спектральное пропускание настоящего стекла. Синтаксис цвета и его числовые компоненты описаны в [CSS Color 4 \[9\]](#).

Учебный пример. Полупрозрачная синяя карточка на белом фоне и та же карточка поверх фотографии дадут разные результирующие цвета. Проверка контраста надписи должна учитывать уже собранную сцену. Если фон меняется непредсказуемо, авторский практический вариант - добавить достаточно плотную подложку под текст и проверить худшие допустимые фоны.

Как описать материал заказчику

В спецификации полезно разнести: общий цвет материала, степень пропускания, прозрачность изображения за ним, фактуру поверхности и толщину образца. Для витрины важны ещё расположение освещения и фон за стеклом. Фраза «прозрачный голубой 50%» недостаточна, если подрядчик должен изготовить физический объект.

Предлагаемый комплект проверки: фотография на светлом фоне, фотография на тёмном фоне, изображение контрастной сетки за материалом и физический образец. Сетка показывает размытие деталей; два фона показывают зависимость вида от окружения. Эта процедура иллюстративна и не заменяет отраслевые стандарты измерения пропускания и мутности.

Типичная ошибка

Сравнивать окрашенный световой фильтр и цифровую полупрозрачную заливку по одному проценту. У числа должен быть смысл: доля энергии, альфа-канал или результат измерения в конкретном приборе. Без этого 50% - только надпись.

7. Рассеяние: голубое небо и красный закат

Свет меняет направление

Рассеяние перераспределяет излучение по направлениям. В рэлеевском режиме частицы малы по сравнению с длиной волны, и коротковолновая часть рассеивается сильнее. Этот механизм участвует в голубом цвете ясного неба. [NASA, Rayleigh scattering \[15\]](#).

Для простой модели рэлеевского рассеяния зависимость при прочих равных приблизительно пропорциональна $1/\lambda^4$. Это не универсальная формула любого тумана или облака: размер и свойства рассеивателей имеют значение. При частицах, сравнимых с длиной волны, используют другие описания; «рассеяние Ми» относится к решению для сферических частиц и не является синонимом любой белой дымки.

Рассчитаем масштаб различия

Учебная модель. Отношение рассеяния при 450 и 650 нм по закону четвёртой степени равно $(650/450)^4 \approx 4,35$. Это отношение отдельных спектральных составляющих при одинаковых прочих условиях. Оно не означает, что небо кажется человеку «в 4,35 раза синее» или имеет известный HEX. Числа рассчитаны по приведённой формуле.

Когда солнечный свет проходит более длинный путь через атмосферу, коротковолновая часть сильнее удаляется из прямого пучка рассеянием, и оставшийся свет может выглядеть теплее. Геометрия пути помогает понять закат. Реальные аэрозоли и облачность усложняют картину. [NASA, Crepuscular Rays and Light Scattering \[16\]](#).

Почему фотография неба не является спектральным эталоном

Снимок включает не только атмосферу, но и выбор камеры: экспозицию, спектральную чувствительность, баланс белого и обработку. Дизайнер вправе взять из него палитру, однако «цвет неба» в такой палитре будет цветом изображения при данном преобразовании.

Авторская схема для пейзажной страницы: тёмный текст `#172554`, светлая поверхность `#EFF6FF`, голубой декоративный акцент `#38BDF8`, тёплый акцент `#F4C430`. Это композиционное предложение. Оно не получено из измерений атмосферы, не является спектром заката и не претендует на успокаивающий эффект.

Рассеяние и впечатление материала

В предметном дизайне полезно отдельно оценивать цвет и распространение света внутри материала. Молочная подложка, дымчатая панель и прозрачный пластик могут иметь близкую цветовую категорию, но по-разному передавать контуры и блики. Для макета это означает: иногда главный параметр - не оттенок, а характер размытия и пространственного распределения света.

Как проверить объяснение

Если текст сообщает, что «небо отражает океан», он пропускает основной атмосферный механизм. Если он сообщает, что «синий всегда рассеивается сильнее при любых условиях», он слишком расширяет рэлеевскую модель. Хорошее объяснение называет режим, условия и предел переноса.

8. Преломление, дисперсия и радуга

Почему луч меняет направление

На границе сред направление распространения связано с показателями преломления законом Снеллиуса: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$. Углы измеряют от нормали - перпендикуляра к границе. Если перепутать нормаль с самой поверхностью, расчёт будет неверным. [OpenStax, §1.3 Refraction \[6\]](#).

Авторский пример. Луч переходит из среды с $n_1 = 1$ в среду с $n_2 = 1,5$ под углом 40° к нормали. Тогда $\theta_2 = \arcsin(\sin 40^\circ / 1,5) \approx 25,37^\circ$. Эти числа описывают условную прозрачную среду; они не являются спецификацией конкретного стекла.

Что добавляет дисперсия

Показатель преломления может зависеть от длины волны. Тогда разные спектральные компоненты получают разные направления, и белый свет в призме разделяется. В основной радуге участвуют преломление на входе и выходе из капли и внутреннее отражение; дисперсия даёт разделение цветов. [OpenStax, §1.5 Dispersion \[8\]](#).

Не каждый цветной блик на прозрачном объекте является радугой. Это может быть отражение цветного окружения или результат обработки изображения. При объяснении визуального эффекта сначала определяют, откуда пришёл свет и какой путь он прошёл.

Призма не раскрашивает свет

В учебной иллюстрации удобно показать белую стрелку перед призмой и несколько цветных после неё. Но физическая мысль состоит в различии траекторий компонентов исходного излучения. Если источник не даёт заметной мощности в части спектра, призма не создаст эту часть «из ничего».

Практический пример - рекламный рендер стеклянной упаковки. Радужные блики могут быть художественным приёмом. Если изображение должно достоверно показать продукт, их интенсивность и положение требуют физической модели материала и света либо предметной съёмки. Один декоративный градиент недостаточен как доказательство оптических свойств.

Ошибки изображения

Три частые ошибки в учебных схемах: не подписаны углы к нормали; каждый цвет представлен как отдельная полоса с жёсткой границей; направление разделения выбрано произвольно. Первая мешает вычислению, вторая скрывает непрерывность спектра, третья подменяет физику орнаментом.

Для сайта лучше разделить два режима. «Схема» показывает геометрию и условные цвета с подписью об упрощении. «Расчёт» использует заданную зависимость $n(\lambda)$, параметры источника и описанный способ вывода цвета. Это авторская рекомендация к интерактивному приложению, а не требование научного стандарта.

Упражнение

Измените в расчёте показатель второй среды с 1,5 на 1,2, сохранив угол 40° . Луч должен отклониться к нормали слабее: новый угол около $32,39^\circ$. Если интерфейс демонстрации показывает обратное, проверьте определение угла и направление перехода. Сравнение двух условий раскрывает механизм лучше, чем неподвижная картинка.

ЧАСТЬ 1

9. Интерференция и цвет тонких плёнок

Как бесцветная плёнка становится цветной

Часть света отражается от верхней границы плёнки, часть проходит внутрь и отражается от нижней. При последующем наложении волн их относительная фаза определяет усиление или ослабление. Эффект зависит от оптической толщины, угла и фазовых изменений при отражении. Поэтому мыльная плёнка может выглядеть цветной без соответствующего пигмента. [OpenStax, §3.4 Interference in Thin Films \[17\]](#).

Почему формула требует оговорок

При нормальном падении дополнительный оптический путь для простого двухлучевого описания равен $2nt$, где n - показатель плёнки, t - толщина. Но равенство пути целому числу длин волн не всегда означает максимум отражения: нужно учесть относительный фазовый скачок. Отражение от границы с большим показателем преломления даёт обращение фазы в обычной модели диэлектриков. [OpenStax, §3.4 \[17\]](#).

Авторская расчётная задача. Пусть условный однослойный материал имеет $n = 1,4$, целевая длина волны - 560 нм. Четвертьволновая оптическая толщина соответствует $t = \lambda/(4n) = 100$ нм. Само число ещё не доказывает нулевого отражения: нужны подходящие граничные показатели и амплитуды. Подбор толщины и подбор контраста показателей - связанные, но разные условия.

Цвет зависит от угла

При наклонном наблюдении меняется геометрия распространения, и спектральное усиление может смещаться. Для дизайнера это означает, что «цвет плёнки» иногда является набором видов, зависящих от угла. Выбор одного пипеточного HEX с фотографии описывает только отдельный фрагмент этого набора.

Учебный кейс. В фирменном стиле есть переливающаяся наклейка. Для сайта нужны три разных представления: статический условный образец, видео или серия видов реального материала и текстовое название. Статический образец помогает распознать категорию, серия видов - понять характер перелива, а название - найти товар. Ни одно из них по отдельности не заменяет техническую спецификацию производства.

Перелив и доступность

Если значок меняет оттенок при движении, важное состояние не следует кодировать только этим изменением. Для интерактивного учебного материала полезно сохранить подписи толщины и угла, дать возможность остановить анимацию и показывать значения независимо от цвета. Это авторское предложение к интерфейсу демонстрации; оно связывает оптическую модель с задачей чтения.

Что нельзя переносить из схемы

Простое двухлучевое объяснение не является полной моделью многослойного покрытия. В реальном расчёте могут потребоваться многократные отражения, дисперсия материала, поглощение и поляризация. В учебной главе достаточно указать эти пределы, чтобы читатель не принял один результат $t = 100$ нм за универсальный рецепт радужного покрытия.

ЧАСТЬ 1

10. Структурный цвет

Цвет создаёт устройство материала

Структурная окраска возникает благодаря организации вещества на масштабах, сопоставимых с длинами волн света. Среди механизмов - интерференция в слоях, дифракция, рассеяние и фотонные структуры. Обзор Kinoshita, Yoshioka и Miyazaki объединяет эти объяснения для природных и модельных систем. Это обзор физики механизмов, а не психологический эксперимент о воздействии ярких цветов. [Physics of structural colors, 2008 \[14\]](#).

Слово «структурный» указывает на происхождение спектральной избирательности. Оно не означает, что материал непременно переливается: угловая зависимость связана с конкретной организацией структуры. Пигменты и структура также могут работать совместно, поэтому противопоставление «либо краска, либо физика» неверно.

Как исследуют такую окраску

Для понимания механизма недостаточно красивой фотографии. Исследователи сопоставляют микроструктуру, спектры и зависимость отражения от геометрии. Обзор методов описывает, в частности, измерения отдельных чешуек и перьев и их сопоставление с оптическими моделями. [Physical methods for investigating structural colours in biological systems \[18\]](#).

Это хороший пример научной логики для всей энциклопедии: наблюдение формулирует вопрос, измерение сужает возможные объяснения, модель делает проверяемые предсказания. Название «наноструктура» без измерений не подтверждает ни происхождение цвета, ни долговечность изделия.

Что меняется в техническом задании

Для плоского экранного акцента обычно достаточно цветового пространства, координат и роли. Для переливающегося материала нужно описать дополнительные условия. Предлагаемый авторский паспорт включает:

1. Физический образец и материал подложки.
2. Условия и направления освещения и наблюдения.
3. Набор допустимых видов, а не только один оттенок.
4. Метод проверки партии и согласованные допуски.
5. Отдельные изображения для экрана и печати.

Это шаблон обсуждения с изготовителем, не универсальный производственный стандарт. Он помогает избежать ситуации, в которой заказчик выбирает перелив по кадру, а принимает тираж по единственному плоскому образцу.

Экранная иллюстрация и физический результат

Авторская палитра для условной визуализации: #155E75 → #0891B2 → #A78BFA → #F0ABFC. Она может изображать идею перелива, но её значения не получены из спектра конкретной бабочки или покрытия. Добавление градиента не воспроизводит угловую зависимость физического материала.

Если цель - учебная демонстрация, подпись должна сообщать, какие переменные действительно моделируются. Ползунок «угол» допустимо связать с последовательностью фотографий. Тогда это просмотр измеренных видов, а не непрерывная физическая симуляция. Если используется формула, нужно назвать модель и диапазон её применимости.

Почему эта глава завершает физический вводный блок

Красный пигмент, красный пиксель и красный структурный материал могут иметь сходное название, но разные спектры, геометрию и технологию получения. К психологическому вопросу «что делает красный?» теперь нужно подходить с уточнением: какой стимул, в каких условиях и для какого наблюдателя. Следующая часть переводит это требование в измеримые координаты и процедуры.

11. Зачем измерять цвет

От впечатления к проверяемому условию

«Сделайте синий чуть глубже» - осмысленная фраза на обсуждении концепции, но недостаточное описание для производства. Участники могут подразумевать более низкую светлоту, большую хромю, другой тон или изменение блеска. Измерение помогает отделить эти задачи. Оно не выбирает красивый цвет вместо дизайнера: оно позволяет проверить, какой именно результат получен.

В колориметрии договорённость включает не только координаты. Рекомендации CIE охватывают наблюдателя, осветитель, условия освещения и наблюдения, расчёт координат и различий. Это система описания условий, а не поиск единственного «истинного числа» для предмета. [CIE 015:2018, описание технического отчёта \[19\]](#).

Авторский пример: один бренд, три носителя

Предположим, фирменный акцент сайта задан как sRGB #2563EB. Он должен появиться на экране, упаковке и окрашенной металлической вывеске. Ошибка начинается с требования «везде использовать тот же код». Для сайта код задаёт экранный цвет; для печати понадобятся сведения о процессе и бумаге; для покрытия - физический образец и условия приёмки. HEX не содержит последних двух спецификаций.

Удобнее подготовить три связанные записи:

Носитель	Что передать исполнителю	Как проверить
Сайт	sRGB HEX, роль, фон, состояния элемента	Цветовые значения, отображение, читаемость
Упаковка	Эталон, материал, согласованный печатный процесс	Проба и измерение по согласованной процедуре
Вывеска	Образец покрытия, подложка, степень блеска	Образец партии при оговорённых условиях

Это авторская схема постановки задачи, а не формальное требование CIE. Она показывает, почему одинаковое название цвета ещё не означает одинаковый способ его получения.

Точность записи и точность знания

Запись $L^*=52,43871$ выглядит убедительно, но пять знаков после запятой не доказывают, что материал или прибор обеспечивают такую воспроизводимость. Прежде чем обсуждать последний знак, стоит повторить измерение в нескольких точках, проверить неоднородность поверхности и убедиться, что сравниваются одинаковые условия. Необходимо различать разрешение вывода прибора, повторяемость процедуры и допустимое различие готовых изделий.

Измерение не отменяет визуальную проверку. Например, приемлемое совпадение плоских участков ещё не оценивает зерно, фактуру, угловой перелив и рисунок материала. Правильное решение - уточнить предмет приёмки, а не объявить либо глаз, либо прибор заведомо неправым.

Минимальный паспорт цвета

Для этой книги предлагается фиксировать: назначение цвета; носитель; систему координат; наблюдателя и осветитель, если они участвуют в расчёте; эталон; метод измерения; правило принятия решения. Неизвестное поле лучше оставить явно неизвестным, чем заполнить предполагаемым значением. Такой паспорт превращает разногласие «кажется, оттенок другой» в вопрос, который можно исследовать.

ЧАСТЬ 2

12. Колориметрия

Что именно измеряет эта дисциплина

Колориметрия позволяет описывать цветовые стимулы числами по установленным правилам. Её практический вопрос: какие координаты соответствуют данному стимулу для выбранной стандартной системы? Это не то же самое, что вопросы «понравится ли цвет», «вызовет ли доверие» или «каким покажется предмет во всяком окружении».

В основе расчёта лежит переход от спектрального описания к трём значениям. Функции сложения цветов связывают спектральный состав стимула с координатами трёхцветной системы. [CIE: colour-matching functions \[20\]](#). Три числа удобны для сравнения и обмена, но не сохраняют весь исходный спектр.

Маршрут от образца к координатам

Рассмотрим простую модель непрозрачного нефлуоресцирующего образца. Для расчёта нужны спектральное распределение падающего света, спектральный коэффициент отражения и выбранные функции наблюдателя. Освещение и отражение определяют спектральный состав стимула; затем этот состав суммируется с весами функций наблюдателя. Геометрия измерения должна быть задана отдельно.

В условных обозначениях:

осветитель $S(\lambda)$ × отражение $R(\lambda)$ → спектр стимула → X, Y, Z.

Это учебная цепочка, а не полная модель всех материалов. Флуоресценция, выраженная угловая зависимость и просвечивание требуют дополнительных условий. Для экрана исходным объектом будет его излучение, поэтому множитель отражения поверхности в такой форме не нужен.

Измеренное, рассчитанное и преобразованное

Авторский пример: лаборатория получила спектр образца, рассчитала XYZ для выбранного осветителя, перевела результат в Lab и подготовила экранную иллюстрацию. В отчёте важно сохранить происхождение каждого результата:

- Спектральные данные связаны с измерением конкретного образца.
- XYZ и Lab рассчитаны при указанных условиях.
- HEX - экранное представление после преобразования, а не новое измерение материала.

Если читателю показывают только последнюю строку, теряется возможность понять, откуда появился цвет. Если показывают весь маршрут, можно выяснить, связано ли расхождение с измерением, условиями расчёта или отображением.

Чего колориметрия не обещает

Два разных спектра могут иметь совпадающие координаты при заданных условиях. Поэтому обратная задача «восстановить спектр краски по трём числам» обычно не имеет единственного решения.

Авторская аналогия: сумма нескольких расходов не позволяет восстановить каждый отдельный чек.

Аналогия объясняет потерю информации, но не заменяет физическую модель.

Колориметрический отчёт следует читать как условное утверждение: «эти координаты получены таким методом при таких параметрах». Именно эта условность делает результат проверяемым. Общий методический контекст даёт [CIE 015:2018 \[19\]](#).

ЧАСТЬ 2

13. Standard Observer - стандартный наблюдатель

Наблюдатель как математическое соглашение

Стандартный колориметрический наблюдатель - не конкретный человек и не обещание одинакового зрения у всех людей. Это набор функций, используемый в расчётах. В ISO/CIE 11664-1:2019 описаны наборы CIE 1931 и CIE 1964. Первый представляет цветовое сопоставление при угловых размерах поля примерно 1-4° в фотопических условиях; второй - для полей больше примерно 4° при условиях без участия палочек. Их принято обозначать как наблюдателей 2° и 10°. [CIE: публичное описание стандарта \[21\]](#).

Из этих определений не следует, что интерфейсу всегда нужен 2°, а архитектуре всегда 10°. Размер поля относится к углу зрения, а не к названию дизайнерской дисциплины. Для сопоставимости результатов наблюдателя выбирают и фиксируют в методике.

Почему сантиметров недостаточно

Авторский геометрический пример: для плоского объекта шириной w на расстоянии d угловая ширина равна $2 \times \arctan(w / (2d))$. При расстоянии 60 см поле 2° занимает около 2,09 см, а поле 10° - около 10,50 см. Это расчёт геометрии наблюдения, не эксперимент по восприятию.

Одна и та же карточка при приближении занимает больший угол. Поэтому фраза «измеряли большой образец» не описывает зрительное поле достаточно точно. В лабораторной задаче потребуются размеры и расстояние либо непосредственно заданный угол.

Как возникает ошибка в сравнении

Представим два отчёта об одной краске. В первом указаны Lab, D65, 2°; во втором - Lab, D65, 10°. Даже при одинаковом написании названия цвета условия расчёта различаются. Нельзя сразу трактовать расхождение координат как изменение партии. Сначала нужно получить результаты на согласованной основе, желательно используя исходные спектральные данные.

Не следует и «исправлять» запись заменой 10° на 2° в подписи: название наблюдателя сообщает, какие функции реально участвовали в расчёте. Изменение метаданных без пересчёта делает отчёт неверным.

Что указать на сайте и в исследовании

В обычной CSS-палитре не требуется вручную приписывать наблюдателя каждому HEX. Но таблица измеренных образцов должна сохранять параметры лабораторного отчёта. Если исходная публикация их не сообщает, честная пометка - «наблюдатель не указан», а не подстановка распространённого значения.

Для воспроизводимых вычислений CIE публикует [набор функций наблюдателя CIE 1931 2° \[10\]](#). Наличие стандартной таблицы делает расчёты согласованными; оно не превращает среднюю модель в индивидуальную характеристику каждого читателя.

ЧАСТЬ 2

14. Color Matching Functions - функции сложения цветов

Зачем нужны три кривые

Функции сложения показывают, как спектральные составляющие учитываются в выбранной трёхцветной системе. Для CIE XYZ они обозначаются $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$. С их помощью из спектрального описания рассчитывают X, Y и Z. Это колориметрические функции, а не три непосредственно измеренные кривые чувствительности отдельных колбочек. [Определение CIE \[20\]](#).

Схематически расчёт выглядит так:

$$X = k \int P(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda; \text{аналогично для Y и Z.}$$

Здесь $P(\lambda)$ описывает спектр стимула, а k зависит от выбранной нормировки и величин. Для относительного расчёта отражающего образца часто используют произведение осветителя и отражения; нормировку нужно определить до вычисления, а не подбирать после него под желаемый результат.

Как интеграл становится таблицей

Компьютер работает с дискретными данными: значениями через заданный шаг длины волны. CIE предоставляет таблицу функций CIE 1931 2° с шагом 1 нм и DOI [10.25039/CIE.DS.xvudnb9b](#). [Официальный набор данных \[10\]](#).

Авторская проверка расчётного процесса состоит из четырёх вопросов. Совпадают ли единицы длины волны? Совпадают ли сетки спектра и функций? Учтён ли шаг интегрирования? Используются ли согласованные нормировка и диапазон? Ошибка в одном из пунктов способна дать внешне правдоподобный результат. Три красивых числа не являются тестом корректности программы.

Игрушечный пример весового суммирования

Чтобы понять операцию, возьмём три условные спектральные величины $[2, 4, 1]$ и условные веса одной координаты $[0,1; 0,6; 0,2]$. При единичном шаге их взвешенная сумма равна $2 \times 0,1 + 4 \times 0,6 + 1 \times 0,2 = 2,8$.

Эти веса придуманы для объяснения арифметики. Они не являются выборкой CIE, а результат 2,8 нельзя выдавать за X реального цвета. Отличие учебной схемы от измеренных данных должно быть видно прямо в подписи: иначе иллюстрация незаметно становится ложным научным свидетельством.

Что хранить рядом с результатом

Для воспроизводимого примера стоит сохранить исходный спектр, ссылку и версию таблицы функций, шаг, способ приведения к общей сетке, нормировку и программный код. Если спектральные данные получены через 10 нм, интерполяция до 1 нм увеличивает число строк, но сама по себе не добавляет измеренной информации.

На сайте график функций следует подписывать как функции конкретного стандартного наблюдателя. Подпись «чувствительность человеческого глаза к RGB» объединяет несколько разных понятий и мешает понять, что именно изображено.

ЧАСТЬ 2

15. CIE 1931 XYZ

Три координаты, которые не являются экранными каналами

CIE XYZ - стандартная колориметрическая система, принятая в 1931 году. Координаты рассчитываются с помощью её функций сложения. Функция $\bar{y}(\lambda)$ совпадает с фотопической функцией спектральной световой эффективности $V(\lambda)$, поэтому Y связан с яркостью фотометрическим соотношением. XYZ получается линейным преобразованием исторической системы CIE RGB; это не RGB современного монитора. [CIE: определение системы XYZ \[22\]](#).

Не стоит представлять X как количество красного пикселя, Y как зелёного, Z как синего. Буквы обозначают координаты математической системы, а не управление тремя реальными лампами. Их назначение - дать общую основу для вычислений и преобразований.

Почему нужно указывать масштаб

Авторский пример: записи (0,20; 0,30; 0,10) и (20; 30; 10) могут описывать один и тот же относительный результат в шкалах с белым Y=1 и Y=100. Если смешать эти соглашения, программа может интерпретировать разницу как стократное изменение уровня.

В таблице следует явно указать, относительные ли значения используются и как нормирован белый. Если речь об абсолютных фотометрических величинах, нужны соответствующие единицы и калибровка. Число Y без этого контекста нельзя автоматически подписывать «кд/м²».

Линейность и её границы

В согласованных линейных координатах сумма двух световых стимулов описывается суммой их XYZ. Для учебного примера $(10; 20; 5) + (5; 10; 15) = (15; 30; 20)$. Это арифметика сложения излучения при общей шкале, а не рецепт смешивания красок.

При ослаблении всего спектра в одинаковое число раз XYZ изменяются в той же пропорции. При смешивании материальных пигментов такой простой операции над их координатами обычно недостаточно: результат определяется взаимодействием света с материалом. Именно поэтому экранный инструмент смешивания не следует выдавать за физический калькулятор красок.

Как использовать XYZ в дизайнерской работе

XYZ удобно сохранять как промежуточное представление, но неудобно читать как инструкцию «сделать чуть менее жёлтым». Кроме того, одинаковые евклидовы расстояния здесь не гарантируют одинаково заметных различий. Для других задач нужны другие представления: *xu* отделяет относительные соотношения координат, Lab предлагает более подходящую геометрию для многих сравнений поверхностных цветов.

Практическое правило этой книги: вместе с XYZ хранить наблюдателя, сведения об осветителе там, где он участвует, нормировку и происхождение данных. Не пересчитывать цвет через случайный онлайн-конвертер, если невозможно установить его исходные допущения.

ЧАСТЬ 2

16. Chromaticity Diagram - диаграмма цветности

Что показывает плоская карта

Диаграмма CIE *xu* строится из нормированных координат XYZ:

$$x = X/(X+Y+Z); y = Y/(X+Y+Z); z = 1-x-y.$$

После нормирования достаточно двух координат, поэтому результат можно показать на плоскости. Масштаб исходных XYZ при этом теряется. Диаграмма помогает обсуждать цветность и границы воспроизведения, но не является полным пространством воспринимаемых цветов. Определения и преобразования *xu*/XYZ доступны в [CSS Color 4](#), [разделы о преобразовании цветовых пространств \[9\]](#); это рабочий проект спецификации, а не психологическое исследование.

Один адрес, разный уровень

Авторский пример: XYZ (20; 30; 10) дают $x=1/3$, $y=1/2$. У XYZ (40; 60; 20) те же x и y . На диаграмме точки совпадут, хотя Y во втором примере вдвое больше.

Поэтому подпись «все цвета, видимые человеку» под одной плоской подковой вводит в заблуждение: карта не показывает все уровни и все условия восприятия. Для чёрного с $X=Y=Z=0$ сами дроби не определены. Условно поставленная отметка в центре не превращается от этого в математическую цветность чёрного.

Как читать треугольник устройства

Если отметить цветности трёх первичных излучений RGB-системы, получается треугольник. Внутри него располагаются цветности их неотрицательных смесей. Однако рисунок не сообщает, какую яркость можно получить в каждой точке при ограниченных мощностях каналов. Двумерный охват и полный объём воспроизводимых координат - не одно и то же.

Авторский пример проверки рекламного графика: два экрана нарисованы как вложенные треугольники. Из картинке можно обсуждать различие показанных границ цветности. Нельзя без дополнительных данных заключить, что внешний треугольник означает большую точность, лучший чёрный, более равномерную подсветку или более приятное изображение.

Почему заливка диаграммы условна

Изображение диаграммы выводится на конкретном экране, который не способен показать все отмеченные цветности. Цветная заливка - вспомогательная визуализация. Геометрию следует читать по осям, координатам и границам, а не брать пипеткой HEX из крайнего зелёного участка как «точный спектральный зелёный».

Для сайта полезна подпись: «Цветная заливка иллюстративна; координаты определяются осями». При публикации сравнения охватов также стоит указать систему диаграммы и метод расчёта площади: процент площади в ху сам по себе не является процентом всех визуально различимых цветов.

ЧАСТЬ 2

17. хуY

Вернуть потерянную координату

Представление хуY сохраняет координаты цветности х, у и отдельно величину Y. Тем самым оно позволяет отличить результаты, которые совпали на плоской диаграмме. Заглавная Y здесь существенна: строчная у - нормированная координата цветности; заглавная Y - одна из трёх координат XYZ.

При $y \neq 0$ обратное преобразование записывается так:

$$X = xY/y;$$

$$Z = (1-x-y)Y/y.$$

Соотношения следуют непосредственно из определения х и у. Преобразования между XYZ и ху представлены, в частности, в [рабочей спецификации W3C CSS Color 4 \[9\]](#). Для физической интерпретации Y используется [определение CIE XYZ \[22\]](#).

Полностью разобранный пример

Возьмём XYZ (20; 30; 10). Сумма равна 60. Следовательно, $x=20/60=0,333333\dots$, $y=30/60=0,5$, а Y остаётся 30. Получаем хуY (0,333333...; 0,5; 30).

Проверяем обратный путь: $X=(1/3) \times 30/0,5=20$. Для Z: $(1-1/3-1/2) \times 30/0,5=10$. Координаты восстановлены. Если промежуточно сохранить х как 0,33, обратное значение X станет 19,8. Это не изменение цвета образца, а ошибка округления представления.

Все числа в примере учебные; они не описывают измерение конкретной бумаги или краски. В реальной таблице рядом с ними потребуется указать условия и нормировку.

Что делать с нулём

Формула с делением на у требует проверки граничных случаев. Полностью нулевые XYZ не имеют определённой цветности. Программа должна иметь явное правило для такого ввода: например, возвращать неопределённые х, у и Y=0. Если приложение для удобства сохраняет условную цветность чёрного, её нужно отличать от вычисленного результата.

Другой тест - отклонить координаты, которые не соответствуют выбранной задаче, вместо того чтобы молча «исправлять» их обрезанием. Условия допустимости зависят от того, описывает ли программа физический стимул или промежуточные математические значения.

Где хуY полезно дизайнеру

Представление удобно при чтении спецификаций белой точки и характеристик дисплеев: x , y задают цветность, а Y добавляет уровень. Но оно не предназначено для удобного формирования визуально равномерной шкалы. Равный шаг по x ещё не обещает равного воспринимаемого изменения.

Авторская рекомендация для сайта: в технической карточке показывать xuY , если данные действительно есть; в интерфейсе выбора цвета предлагать более понятные пользователю параметры. Не подменять точность документации удобством ползунка - и не требовать от читателя владеть колориметрией ради выбора акцента.

ЧАСТЬ 2

18. CIELAB

Более удобная геометрия цвета

CIELAB описывает цвет тремя координатами: L^* , a^* , b^* . Это приблизительно равноконтрастное пространство, а не точная карта всех ощущений. L^* служит коррелятом светлоты; a^* и b^* задают хроматические направления. Для вычисления нужен определённый белый с координатами X_n , Y_n , Z_n . [CIE: определение CIELAB \[23\]](#).

Для ориентации положительное a^* связано с красноватым направлением, отрицательное - с зеленоватым; положительное b^* - с желтоватым, отрицательное - с синеватым. Эти оси не являются шкалами эмоций или рецептами дозировки пигмента.

Формулы и белая точка

$$L^* = 116f(Y/Y_n) - 16$$

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

Для $t > (6/29)^3$ используется $f(t)=t^{1/3}$, иначе $f(t)=(841/108)t+4/29$. Это формулы из определения CIE, указанного выше. Нелинейное преобразование - причина, по которой $L^*=50$ не означает $Y/Y_n=0,5$.

Авторский расчёт для нейтральных стимулов, у которых $X/X_n=Y/Y_n=Z/Z_n$:

Относительный уровень Y/Y_n	L^*	a^* , b^*
0	0	0, 0
0,18	49,496	0, 0
0,50	76,069	0, 0
1	100	0, 0

Это вычисленные координаты, не результаты эксперимента о субъективной «середине серого». Обратный расчёт для $L^*=50$ даёт $Y/Y_n \approx 0,18419$.

Почему запись «Lab 60, 30, 40» неполна

Без сведений о белом и исходных условиях нельзя надёжно сравнить такую запись с другой таблицей. При пересчёте между условиями могут понадобиться хроматическая адаптация и дополнительные допущения. Нельзя просто заменить подпись D65 на D50, оставив координаты неизменными.

Публичное описание ISO/CIE 11664-4 уточняет область применения: стимулы, воспринимаемые как принадлежащие отражающим или пропускающим объектам. Оно допускает соответствующим образом нормированные дисплейные стимулы, имитирующие такие объекты, но не объявляет Lab универсальной моделью внешнего вида любого яркого источника. [Описание стандарта CIE \[24\]](#). Полный платный текст стандарта здесь не воспроизводится.

Как читать изменение координат

В авторском примере переход от (60; 30; 40) к (65; 30; 40) увеличивает L^* , оставляя две другие координаты неизменными. Это точное описание операции в пространстве Lab. Но при переводе результата на ограниченное устройство цвет может потребовать преобразования охвата. Численно заданная операция и гарантированное совпадение физического вида - разные утверждения.

ЧАСТЬ 2

19. LCh

Те же данные, другая система координат

В этой главе LCh означает цилиндрическую запись CIELAB: L^* , C_{ab} , h_{ab} . Светлота сохраняется, а a и b^* заменяются расстоянием от нейтральной оси и углом. Хрома вычисляется как $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$, угол - через $\text{atan2}(b^*, a^*)$ с переводом в градусы и приведением к диапазону 0-360°. Эти величины соответствуют коррелятам хромы и тона в [определении CIE CIELAB \[23\]](#).

Слово LCh без названия основы может быть неоднозначным. Здесь не подразумеваются ни цилиндрическая запись CIELUV, ни OKLCH. Их числа нельзя переставлять в ту же таблицу без преобразования.

Авторский пример без скрытого преобразования

Для Lab (60; 30; 40) получаем $L^*=60$, $C^*=50$, $h \approx 53, 130^\circ$. Обратно: $a^* = C^* \cos(h) = 30$, $b^* = C^* \sin(h) = 40$. Это одна точка, записанная двумя способами. Преобразование само по себе не делает её ярче и не меняет охват устройства.

Если требуется уменьшить хром при неизменных L^* и h , можно заменить $C^*=50$ на $C^*=25$. Тогда $a^*=15$ и $b^*=20$. Получается точная математическая операция в данной модели. Не следует описывать её как «смешать исходную краску с белой в пропорции 1:1»: физическая операция другая.

Нейтраль и круговая шкала

У нейтральной точки $a^*=b^*=0$ хрома равна нулю, а цветовой тон не определён. Выведенный библиотекой угол 0° в этом случае - техническое соглашение, а не доказательство красного оттенка.

Углы также нельзя усреднять как обычные числа без выбора пути. Между 350° и 10° короткий путь проходит через 0°. Обычная арифметическая середина 180° уводит на противоположную сторону круга. Авторский алгоритмический пример: сначала выбрать разность +20°, затем пройти половину, получив 0°. Длинный путь тоже возможен, если он выбран намеренно.

Применение на сайте

Для объяснения редактирования цвета удобно показать три отдельные операции: изменить L^* , изменить C^* , повернуть h . При этом не обещать, что каждый введённый набор воспроизводим в sRGB. Интерфейс должен показывать выход за охват либо объяснять выполненное отображение в него.

В CSS функция `lch()` описывает CIELCH с белым D50. Например, `lch(60% 50 53.1301)` задаёт координаты учебной точки при таком белом. Это не готовый HEX и не измеренный образец. Синтаксис и цветовое пространство определяет [CSS Color 4, рабочий проект W3C \[9\]](#).

Для публикации можно хранить исходные LCh вместе с отдельно рассчитанной экранной версией. Тогда читатель видит различие между дизайнерской координатой и её воспроизведением на конкретном классе устройств.

ЧАСТЬ 2

20. CIELUV

Другая геометрия, а не другое название Lab

CIELUV - приблизительно равноконтрастное пространство с координатами L^* , u^* , v^* . В нём используется та же зависимость L^* от относительного Y , что и в CIELAB, но иначе вычисляются хроматические координаты. Нужен заданный белый. [Определение CIE \[25\]](#).

Практическая причина различать названия проста: запись `(60; 20; 30)` в Lab и такая же запись в Luv обозначают разные координатные условия. Суффикс пространства - часть данных. Его потеря при экспорте таблицы делает последующее сравнение неоднозначным.

Не путать u^* , v^* с u' , v'

Координаты u' , v' задают двумерную цветность; u^* , v^* принадлежат трёхмерному пространству и зависят также от светлоты и белого. Связь записывается как $u^*=13L^*(u'-u'n)$ и $v^*=13L^*(v'-v'n)$. Штрих и звёздочка - не декоративная типографика. Их смешение меняет математический смысл величин. [CIE: CIELUV \[25\]](#).

Авторский расчёт: при $L^*=50$, $u'-u'n=0,02$ и $v'-v'n=-0,01$ получаем $u^*=13$, $v^*=-6,5$. При $L^*=75$ и тех же разностях цветности получаем 19,5 и -9,75. Пример показывает участие светлоты в координатах, а не описывает измеренные лампы.

Что проверять в чужой диаграмме

Предположим, поставщик прислал график с осями « u , v », не уточнив систему. Прежде чем сравнивать его со своей таблицей, нужно запросить обозначения, формулы и нормировку. Исправление подписей по внешнему виду графика ненадёжно: похожая картинка может относиться к другой системе.

При переносе научных данных на сайт следует сохранять символы исходной публикации, а русское объяснение давать рядом. Если источник использует $u'v'$, не переименовывать его график в «CIELUV» ради краткости. Это особенно важно для диаграмм, где показана лишь цветность, а не все три координаты.

Как выбрать между Lab и Luv

Выбор должен следовать задаче, принятой процедуре и формату сравниваемых данных. Не нужно переводить старую серию измерений в другую систему только потому, что название встречается реже. Сначала выясняют, какие различия оцениваются и с какими критериями сопоставляется результат.

В дальнейшем обозначение цветового различия также должно сохранять основу. Евклидово расстояние в Luv - не то же число, что расстояние в Lab, и тем более не автоматически CIEDE2000. Общее слово «дельта» не заменяет название формулы.

ЧАСТЬ 2

21. ΔE - цветовое различие

Число требует фамилии формулы

ΔE обозначает численную оценку различия цветов, но не единственный алгоритм. CIE 1976 ΔE*ab - евклидово расстояние между точками Lab. [Определение CIE \[26\]](#). Для него:

$$\Delta E^*ab = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}.$$

Авторский пример: между (50; 20; 30) и (53; 24; 30) расстояние равно $\sqrt{(3^2+4^2+0^2)}=5$. Это пять единиц выбранной метрики, а не «цвет отличается на пять процентов».

Почему существуют другие формулы

Даже пространства Lab и Luv только приблизительно равноконтрастны. Более сложные формулы корректируют связь численного расстояния с воспринимаемым размером различия. CIEDE2000 стандартизована отдельно в ISO/CIE 11664-6:2022. [Публичное описание CIE \[27\]](#).

Нельзя вычислить ΔE76 и подписать результат ΔE00. Нельзя и перенести численный допуск из одной формулы в другую, оставив всё остальное без проверки. Обозначение метрики должно стоять в заголовке столбца, а не быть спрятано в переписке.

Проверочный пример из научной работы

В тестовых данных Sharma, Wu и Dalal для пары Lab (50; 2,6772; -79,7751) и (50; 0; -82,7485) указано ΔE00=2,0425. Для этой же пары обычное евклидово расстояние ΔE76 составляет приблизительно 4,0011. Второе число рассчитано для этой книги; первое взято из [авторского набора тестовых данных \[28\]](#).

Публикация: Sharma, G., Wu, W., Dalal, E. N. (2005), The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data, and Mathematical Observations. DOI: 10.1002/col.20070. На [странице автора \[29\]](#) доступны статья и тесты. Они важны для проверки угловых и граничных случаев; один совпавший пример не подтверждает корректность всей реализации.

От расчёта к приёму

Авторский шаблон условия: «Сравниваем координаты, полученные согласованной процедурой; называем формулу и её параметры; заранее определяем правило приёма». Конкретное численное ограничение выбирают для задачи, а не заимствуют из произвольной таблицы интернета.

Одинаковое расстояние также может скрывать разные направления отклонения. Для диагностики полезно сохранять исходные координаты и их разности. Заказчик может видеть нежелательный сдвиг нейтралы, хотя суммарный показатель формально укладывается в допуск. Метрика помогает оценивать различие, но не заменяет постановку требования.

ЧАСТЬ 2

22. Just Noticeable Difference - порог различения

Заметить и принять - разные задачи

Порог различения относится к обнаружению различия в заданной процедуре. Порог приемлемости относится к решению, допустимо ли оно для конкретной цели. Человек может заметить разницу между двумя образцами и при этом принять оба. И наоборот, технологическое требование может задавать предел, который нельзя оценить беглым взглядом.

CIE определяет равноконтрастное пространство через намерение сопоставить равные расстояния с равными воспринимаемыми различиями - пороговыми либо надпороговыми. Это цель построения пространства, а не утверждение, что все реальные наблюдатели имеют одинаковый порог. [CIE: uniform colour space \[30\]](#).

Почему правило « $\Delta E=1$ всегда незаметно» ненадёжно

Одной записи ΔE недостаточно: нужны название формулы и условия сравнения. Сами формулы дают приближённую оценку воспринимаемого различия, а не универсальный закон обнаружения. [CIE: контекст формулы CIEDE2000 \[27\]](#).

Для собственного исследования следует указать размер образцов, окружение, освещение, время предъявления, одновременное или последовательное сравнение и задачу участника. Без этого утверждение «люди не видят разницы» невозможно воспроизвести. Также нужно заранее определить критерий: какая доля верных ответов считается порогом и как учитывается угадывание.

Авторский проект проверки

Представим, что команда выбирает два близких фона для интерфейса. Возможная учебная процедура: случайно чередовать одинаковые и разные пары, спрашивать о наличии различия, сохранять верные обнаружения и ложные тревоги. Затем отдельно спросить, мешает ли различие работе. Это предложение дизайна проверки, не готовый валидированный психофизический протокол.

Если пользователь различил пару в лабораторной карточке, из этого ещё не следует, что он заметит изменение одной страницы через неделю. Задачи используют разные условия сравнения. Отчёт должен описывать именно проверенную ситуацию.

Что написать в техническом задании

Вместо «разница невидима человеческому глазу» лучше писать проверяемое условие: какая процедура и какой критерий использованы. Если исследований не было, допустимо сообщить лишь рассчитанное цветовое различие и не добавлять обещаний о восприятии.

Для энциклопедии принцип особенно важен: численное расстояние, экспериментальный порог и производственный допуск нужно показывать отдельно. Их объединение в одну универсальную таблицу создаёт видимость простоты ценой потери смысла. Хорошая техническая карточка помогает читателю выбрать подходящую проверку, а не выдаёт отсутствие данных за незаметность.

ЧАСТЬ 2

23. Munsell Color System - система Манселла

Цвет как адрес в упорядоченной системе

Система Манселла разделяет цветовой тон Hue, светлоту Value и хромю Chroma. Нотация имеет вид H V/C. Материал X-Rite иллюстрирует её примером 5R 6/14: тон 5R, значение Value 6, Chroma 14. [Munsell: Defining Color \[31\]](#).

Смысл разделения полезен независимо от инструмента: «более красный», «более светлый» и «более хроматичный» - разные направления изменения. Одно слово «ярче» часто смешивает их и затрудняет согласование.

Как читать учебный пример

Авторский пример разбора записи 5R 5/4: 5R обозначает положение в области красных тонов, 5 - Value, 4 - Chroma. Это не 5% красного, не 50% отражения и не четыре единицы насыщенности HSL. Переход к 5R 6/4 меняет записанную светлоту; переход к 5R 5/6 - записанную хромю. Такие операции объясняют язык системы; наличие соответствующего физического образца нужно проверять по конкретному атласу.

Исторический контекст даёт Atlas of the Munsell Color System (1915), представленный в [цифровой библиотеке Смитсоновского института \[32\]](#). Старые печатные иллюстрации полезны для изучения истории систематизации цвета, но их цифровые копии нельзя приравнять к современным измеренным образцам.

Почему здесь нет автоматической таблицы HEX

Чтобы показать физический образец на экране, необходимы данные о нём и условия преобразования. Случайная таблица соответствий из интернета может не сообщать ни происхождение измерений, ни белую точку, ни обработку выхода за охват. Добавление HEX к каждому коду без этой информации создаёт ложную точность.

Для сайта авторский шаблон карточки выглядит так: нотация Манселла; источник координат; условия; экранное преобразование; предупреждение о приблизительности отображения. Если есть только нотация, лучше объяснить её словами, чем придумывать достоверный на вид образец.

Упражнение для дизайнера

Возьмите три физические карточки и попробуйте отдельно описать различие тона, светлоты и хромю. Затем повторите оценку на другом фоне и запишите, какие суждения изменились. Это упражнение на наблюдение, а не измерение точности вашей зрительной системы.

На практике система полезна как язык обсуждения и документирования. Но название известной системы не делает любое подобранное сочетание автоматически гармоничным и не доказывает психологическое действие конкретного образца.

ЧАСТЬ 2

24. Natural Color System - NCS

Описание внешнего вида, не рецепт краски

Нотация NCS позволяет обсуждать цвет через черноту, хроматичность и цветовой тон. В официальном справочнике пример S 5020-R50B разобран как blackness 50, chromaticness 20 и тон R50B - красный с 50-процентным сходством с синим. [NCS: разбор нотации в справке приложения \[33\]](#). Термины описывают признаки системы: они не задают массовые доли чёрного, красного и синего пигментов.

Именно это различие стоит сообщить читателю до таблиц и палитр. Производственный состав зависит от материала и технологии; из внешнего вида нельзя однозначно восстановить рецепт.

Как использовать запись в проекте

Авторская ситуация: дизайнер указал NCS на развёртке стены, а подрядчик подобрал материал по своей колеровочной системе. До окраски всей поверхности разумно согласовать пробный выкрас на нужном основании. Код помогает передать целевой цвет; выкрас показывает результат конкретного материала, нанесения и условий помещения.

Если результат отличается, сначала проверяют эталон, материал, подложку, нанесение и условия сравнения. Замена кода без выяснения причины может устранить расхождение в одном месте и создать его в другом.

Что означает «гармония» в руководстве системы

Рекомендации NCS по сочетаниям используют общие признаки цветов: тон, нюанс, хроматичность и другие характеристики. [NCS: Introduction to colour combinations \[34\]](#). Это полезные способы построения набора, но само руководство производителя не является экспериментом, доказывающим всеобщую эстетическую предпочтительность таких сочетаний.

Авторское применение: сначала выбрать понятное правило сходства, затем проверить композицию в нужных пропорциях и на реальном носителе. Общий атрибут даёт основание для систематического подбора; оценку результата нельзя заменить фактом совпадения цифр.

NCS и экранная иллюстрация

В этой главе намеренно нет выдуманного HEX-эквивалента для S 5020-R50B. Для такой иллюстрации следует использовать источник цифрового представления и сообщать, что экран не заменяет физический эталон. При отсутствии проверенных данных код лучше оставить текстовым.

В карточке сайта полезно разнести три поля: «целевой код», «показанная экранная версия», «проверенный материал». Тогда фотография интерьера не будет восприниматься как точный измерительный образец: её пиксели зависят также от съёмки и обработки.

25. Ostwald System - система Оствальда

Историческая модель порядка

Система Оствальда описывает цвета через содержание полного цвета, белого и чёрного. Её характерное представление - треугольник с этими тремя вершинами. Между белым и чёрным располагается серая шкала; внутри организуются промежуточные варианты. [Illuminating Engineering Society: Ostwald color system \[35\]](#).

Для энциклопедии это важный исторический способ представить отношения цветов. Его не следует выдавать ни за современную ICC-характеризацию печатного процесса, ни за точную модель нейронного кодирования.

Что помогает увидеть треугольник

Авторская учебная схема: обозначим вершины «полный цвет», «белый», «чёрный». Движение к белой вершине показывает одну линию изменения, к чёрной - другую. Внутреннее положение позволяет обсуждать сочетание признаков. Такой рисунок развивает словарь наблюдения и помогает разбирать палитры.

Однако схема сама по себе не определяет спектры выбранных материалов. Если художник смешивает реальную краску с белилами, физический результат зависит от веществ и их взаимодействия со светом. Геометрическая точка не является универсальным рецептом в граммах.

Чего не доказывает правильная геометрия

Авторский пример: три цвета выбраны на одной линии схемы. Это говорит о способе их отбора. Из этого не следует, что композиция понравится любой аудитории, будет хорошо читаться или вызовет определённое эмоциональное состояние.

Для проверки композиции понадобятся другие вопросы: какие площади занимают цвета, что выделяется, читается ли текст, как выглядит материал при фактическом освещении. Историческое правило построения может быть отправной точкой, но не заменяет ответа на эти вопросы.

Как публиковать исторический материал

При показе старого атласа нужно различать оригинальную страницу, цифровую репродукцию и заново нарисованную схему. Если иллюстрация создана для сайта, подпись должна сообщать это прямо. Условная заливка треугольника не должна называться точной реконструкцией образцов Оствальда без соответствующих данных.

Эта книга использует систему прежде всего для объяснения истории классификации и языка описания. Перевод исторических образцов в Lab или HEX - отдельная исследовательская задача, требующая идентифицированного издания, состояния экземпляра, измерений либо надёжного набора координат.

Главный практический вывод: полезная организация цветов и достоверное воспроизведение образцов - разные достижения. Можно пользоваться первым, не приписывая ему второе.

26. RGB

Модель не равна конкретному пространству

RGB обозначает представление через три канала - red, green, blue. Чтобы числа получили определённый колориметрический смысл, требуется конкретное пространство с характеристиками первичных цветов, белого и кодирования. Например, реестр ICC отдельно задаёт эти параметры для sRGB. ICC: sRGB [36].

Поэтому «RGB 100, 150, 200» без контекста - неполная запись. Для CSS-кода контекст задан правилами языка, но для произвольной таблицы или файла его нужно установить. Совпадение чисел в разных пространствах не означает совпадения цвета.

HEX - способ записи чисел

Авторский пример #2563EB раскладывается на три шестнадцатеричных числа: 25=37, 63=99, EB=235. Получаем каналы 37, 99, 235 из диапазона 0-255. Это не спектральные длины волн и не процент содержания вещества.

Для трёх 8-битных каналов существует $256^3=16\,777\,216$ комбинаций. Арифметическое количество кодов не доказывает, что человек различает столько цветов на данном экране. Также оно ничего не говорит о точности калибровки, равномерности панели или качестве изображения.

Почему половина кода не равна половине света

Кодированные значения sRGB связаны с линейными компонентами нелинейной функцией. Подробный расчёт приведён в главе 29. Следствие для дизайнерской работы: нужно отличать операции над кодами от операций над линейным светом. Среднее двух чисел может быть математически правильным и при этом решать не ту задачу смешивания, которую вы подразумевали.

Авторский пример постановки вопроса: «Нужна середина между чёрным и белым». Это может означать середину числового диапазона, половину линейного сигнала либо визуально выбранную серую ступень. Пока не уточнён смысл, нельзя объявить один HEX единственно правильным ответом.

Практический паспорт экранной палитры

Для сайта предлагается сохранять пространство, код, роль, фон и состояния. Например: sRGB #2563EB, акцент ссылки, фон #FFFFFF; отдельно - наведение, фокус, посещённая ссылка и недоступное состояние. Эти роли авторские и не означают универсальной эмоциональной функции синего.

Палитра ещё не гарантирует доступность интерфейса. Проверяется конкретная пара переднего плана и фона, размер и роль элемента, дополнительные признаки состояния. Цветовой код - только одна часть спецификации интерфейса.

27. CMYK

Четыре канала печатного процесса

CMYK описывает каналы cyan, magenta, yellow и black. В отличие от абстрактного выбора экранного акцента, результат печати связан с материалами и условиями процесса. Реестр ICC содержит разные наборы характеризующих данных для различных способов печати и носителей; один набор может служить основой нескольких профилей с разными способами цветоделения, включая формирование чёрного. [ICC: CMYK characterization data \[37\]](#).

Отсюда следует практическая осторожность: четыре процента без указания процесса не являются универсальным физическим эталоном.

Почему нет единственного перевода из HEX

Авторский запрос «перевести #2563EB в CMYK» пока неполон. Нужно определить исходное пространство, целевой профиль и назначение преобразования. Требуется также выяснить, воспроизводим ли целевой цвет данным процессом и что делать с выходом за охват.

Простые формулы вида « $C=1-R$ » иллюстрируют идеализированное дополнительное отношение каналов, но не характеризуют реальные краски и бумагу. Их результат нельзя без оговорок отправлять в типографию как точную спецификацию.

Цветоделение - отдельное решение

Сходный колориметрический результат может получаться разным распределением красок. Поэтому выбор чёрного канала - не просто косметическая настройка. В рабочем процессе его согласуют с требованиями производства и профилем, а не подбирают на глаз по экранному квадратику.

Авторский пример арифметической проверки: для записи $C=60\%$, $M=40\%$, $Y=40\%$, $K=100\%$ сумма каналов равна 240%. Это вычисление суммы, а не утверждение, что такой состав подходит любой типографии. Допустимый предел и уместность данного цветоделения должен задавать конкретный процесс. Пример не является рекомендуемым рецептом чёрного.

Что отправлять на согласование

Предлагаемый авторский список: целевой носитель и процесс; профиль; назначение цвета; эталон или согласованная проба; сведения о преобразованиях; условия контроля. Если для бренда критичен результат вне возможностей выбранного процесса, это повод обсудить технологию, а не скрывать расхождение заменой числа в таблице.

На сайте рядом с CMYK полезно показывать профиль или прямо писать, что это демонстрационные значения. Таблица «HEX - RGB - CMYK» без такого поля часто выглядит удобной, но стирает условия, от которых зависит последняя колонка. Для энциклопедии лучше меньше неподтверждённых эквивалентов и больше воспроизводимой информации.

28. HSL и HSV

Удобный интерфейс к RGB

HSL и HSV переопределяют RGB через цветовой тон и два дополнительных параметра. Они удобны для выбора цвета, но их названия нельзя напрямую отождествлять с фотометрическими величинами или перцептивными шкалами CIE. Их устройство и ограничения обсуждают Smith и Lyons в первичной публикации [HWB-A More Intuitive Hue-Based Color Model, 1996 \[38\]](#).

В распространённой записи HSV величина V равна максимальному RGB-каналу; в HSL светлота L - полусумме максимального и минимального каналов. Насыщенность S вычисляется по-разному. Поэтому одинаковые H, S и последняя координата в двух моделях не задают одинаковый цвет.

Авторские расчёты

Пусть каналы нормированы в диапазон 0-1. Для красного (1; 0; 0) получаем HSV (0°; 100%; 100%), но HSL (0°; 100%; 50%). Для серого (0,5; 0,5; 0,5) насыщенность равна нулю, V и L равны 50%; тон не определён.

Для #336699 нормированные каналы равны (0,2; 0,4; 0,6). Получаем HSL (210°; 50%; 40%) и HSV (210°; 66,667%; 60%). Пример проверяется обратным преобразованием в исходные каналы.

Почему одинаковое L не означает одинаковый свет

Жёлтый #FFFF00 и синий #0000FF имеют HSL L=50% и S=100%. Тем не менее это не утверждение об одинаковой фотометрической яркости или одинаковой читаемости текста поверх них. В формуле L участвуют только максимум и минимум каналов; их спектральные и зрительные веса не учитываются.

Для построения интерфейсной шкалы авторская рекомендация такова: использовать HSL как удобный орган управления, затем отдельно проверять различимость и контраст нужных сочетаний. Не считать одинаковый шаг L гарантией одинакового визуального шага.

Что хранить в коде

Запись должна указывать модель, диапазон и основание RGB. Например, HSL в CSS относится к sRGB; синтаксис описан в [CSS Color 4 \[9\]](#). Если приложение подписывает ползунок HSB, следует проверить его документацию, а не предполагать полное совпадение со знакомым HSL.

При преобразовании туда и обратно возможны небольшие ошибки округления. Для редактирования лучше сохранять достаточно точные исходные значения и округлять только отображаемую подпись. Граничные случаи - нейтраль, чёрный и переход угла через 360° - нужно тестировать отдельно.

29. sRGB

Конкретный договор о значении каналов

sRGB определяет первичные цвета, белую точку D65 и функцию кодирования. Реестр ICC связывает его с IEC 61966-2-1:1999. Координаты ху первичных: R (0,64; 0,33), G (0,30; 0,60), B (0,15; 0,06); белый D65 (0,3127; 0,3290). ICC: [параметры sRGB \[36\]](#).

Эта определённая позволяет обмениваться цветами, не договариваясь заново о каждой тройке. Но она не гарантирует, что любой экран точно воспроизведёт сигнал: характеристики устройства и его настройки остаются существенными.

Кодированные и линейные значения

Для линейного канала C кодированное значение C' равно $12,92C$ при $C \leq 0,0031308$, иначе $1,055C^{(1/2,4)} - 0,055$. Обратная функция: $C = C'/12,92$ при $C' \leq 0,04045$, иначе $((C' + 0,055)/1,055)^{2,4}$.

Определение функции приведено в указанном реестре ICC; обратная запись получается её обращением.

Авторский расчёт: код 128 из 255 даёт $C' \approx 0,501961$, но линейное $C \approx 0,215861$. Поэтому нейтраль #808080 не соответствует половине линейного уровня белого. Для $C = 0,5$ кодированное значение около 0,735357; после 8-битного округления получается 188, то есть #BCBCBC для нейтральной тройки.

Эти числа описывают сигналы. Ни один из двух вариантов нельзя без отдельного определения объявить универсальной «психологической серединой» между белым и чёрным.

Две учебные шкалы

Ниже авторские нейтральные последовательности. Они демонстрируют разницу операций, а не рекомендуемую палитру интерфейса.

Доля шага	Равный шаг кодированного канала	Равный шаг линейного канала
0	#000000	#000000
0,25	#404040	#898989
0,50	#808080	#BCBCBC
0,75	#BFBFBF	#E1E1E1
1	#FFFFFF	#FFFFFF

Округление здесь выполняется до ближайшего 8-битного кода. Шкалы не объявляются перцептивно равномерными. Их задача - показать, что выражение «равные ступени» требует уточнения величины.

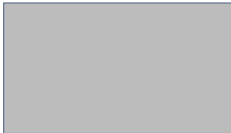
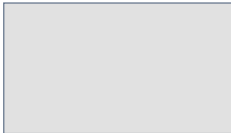
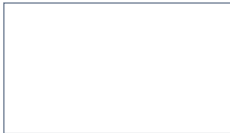
Что означает «равный шаг»?

Авторские расчёты sRGB · значения округлены до 8 бит

Кодированный канал C'

				
#000000	#404040	#808080	#BFBFBF	#FFFFFF
Шаг: 0	Шаг: 0.25	Шаг: 0.5	Шаг: 0.75	Шаг: 1

Линейный канал C

				
#000000	#898989	#BCBCBC	#E1E1E1	#FFFFFF
Шаг: 0	Шаг: 0.25	Шаг: 0.5	Шаг: 0.75	Шаг: 1

Ни одна шкала не заявлена как визуально равномерная.

Фактический вид зависит от экрана и условий просмотра.

Две нейтральные шкалы sRGB: равные шаги кодированного и линейного канала

Как передавать цвет на сайт

Для обычной sRGB-палитры сохраняйте HEX и назначение. Для изображений сохраняйте корректную информацию о пространстве при экспорте. Если исходный материал использует другое пространство, преобразование и простое переименование профиля - не одна операция.

При подготовке иллюстрации этой главы важно не добавлять прозрачность к образцам: она изменит итоговый цвет в зависимости от фона. Для учебной шкалы нужен непрозрачный сигнал и явная подпись, какая именно координата изменяется.

ЧАСТЬ 2

30. Display P3

Зачем дизайнеру ещё одно RGB-пространство

Display P3 описывает экранное RGB-пространство с более широким охватом, чем sRGB, прежде всего в области насыщенных красных, оранжевых и зелёных цветов. Его первичные цвета, белая точка D65 и функция кодирования опубликованы в [реестре ICC \[39\]](#). При этом «P3» без уточнения недостаточно: Display P3 не следует молча отождествлять с кинопроекционным DCI-P3. В CSS используется явное обозначение `color(display-p3 ...)` в [CSS Color 4 \[9\]](#).

Если записать `#00FF00`, это sRGB-зелёный. Запись `color(display-p3 0 1 0)` обращается к другой зелёной первичной координате. Одинаковые числа каналов в разных пространствах не гарантируют одинаковый цвет. И наоборот: один воспринимаемый цвет иногда можно выразить разными числовыми тройками после корректного преобразования.

Практика для сайта

Допустим, дизайнер подготовил яркий акцент для дисплея с широким охватом. Нельзя переименовать исходный RGB-файл в sRGB или скопировать P3-каналы в HEX: это меняет смысл чисел. Сохраните профиль изображения и выполните цветовое преобразование; для CSS укажите P3-значение и проверенную sRGB-альтернативу. При выходе за охват браузер или графический редактор должен отобразить допустимый вариант; алгоритм такого отображения важен, потому что простое отсечение каналов может изменить оттенок [CSS Color 4, gamut mapping \[9\]](#).

Учебная запись для проверки, **не фирменный цвет**: #C73B32 как sRGB-резерв и отдельная P3-версия, выбранная после просмотра на подходящем экране. Здесь не приводится выдуманное «эквивалентное» P3-число: его надо вычислять из конкретного целевого цвета, а затем проверять. Для интерфейса дополнительно измерьте контраст уже отображённой пары текста и фона.

Важно: расширенный охват не исправляет плохую композицию, не делает цвет доступным сам по себе и не гарантирует, что пользователь увидит дополнительную насыщенность. Это зависит от дисплея, операционной системы, программного обеспечения и настроек.

ЧАСТЬ 2

31. Adobe RGB

Рабочее пространство, а не режим «сделать красивее»

Adobe RGB (1998) - определённое RGB-пространство с белой точкой D65 и расширенным относительно sRGB охватом. Его параметры и ответственный разработчик указаны в [реестре ICC \[40\]](#). Пространство используют в управляемых фотографических и полиграфических процессах, когда хочется сохранить диапазон исходных данных до преобразования под конкретный вывод. Само название не означает, что любой экран или принтер способен воспроизвести все эти цвета.

Фотография в Adobe RGB и фотография в sRGB с одинаковыми числами RGB не обязаны выглядеть одинаково. Поэтому файл без верного встроенного профиля - неоднозначное сообщение следующему участнику процесса. Назначить отсутствующий профиль и преобразовать из известного профиля - разные операции: первая интерпретирует существующие числа заново, вторая меняет числа, стремясь сохранить вид. В [пояснении ICC о RGB-процессе \[41\]](#) профиль назван важной частью передачи изображения между этапами.

Сценарий: фото для сайта и каталога

Исходный мастер-файл можно хранить в документированном рабочем пространстве. Для сайта экспортируют вариант с корректной характеристикой цвета; для печати делают преобразование и мягкую цветопробу по профилю выбранного процесса и бумаги. Проверяют не только насыщенные участки, но и оттенки кожи, нейтралы и тени. На утверждении цвета сравнивают пробный отпечаток при согласованном освещении, а не один экранный HEX.

Если задачи ограничены простой веб-графикой, Adobe RGB не является обязательным «более профессиональным» выбором. Практическая цель - управляемая передача, а не максимально широкое пространство ради его названия.

32. Rec.709

Стандартный видеосигнал - не просто sRGB

ITU-R BT.709 задаёт параметры для HDTV. Первичные цветности RGB и белая точка D65 в опубликованной [характеристике ICC \[42\]](#) совпадают с соответствующими параметрами sRGB. Из этого, однако, нельзя заключать, что вся цепочка кодирования, декодирования, диапазонов значений и условий просмотра одинакова. Запись каналов, передаточные функции и видеотракт также имеют значение.

Реестр ICC отдельно перечисляет функцию преобразования света в сигнал и указывает, что эталонное преобразование сигнала в свет для дисплея задаёт BT.1886. Для дизайнера титров это практическое предупреждение: графика, выглядящая нормально в редакторе веб-страницы, может требовать отдельной проверки в системе видеомонтажа и на эталонном видеомониторе. Не надо переносить одну формулу «гаммы» между стандартами без обозначения направления преобразования.

Сценарий: заставка и публикация в интернете

Подготовьте титр в документированной видеонастройке, сохраните информацию о цветовом пространстве и уровне сигнала, проверьте чёрный, белый и насыщенные плашки после экспорта в целевой формат. Затем отдельно проверьте кадр как изображение для сайта: это другой путь воспроизведения. Для текста титров важны видимость на движущемся фоне, размер, длительность показа и контраст, а не только совпадение номинальных RGB-значений.

Учебные HEX вроде [#FFFFFF](#) и [#1D2528](#) здесь могут служить записью sRGB-графики, но они не описывают всю видеопередачу. При сдаче проекта укажите стандарт сигнала, формат файла и способ контрольного просмотра, чтобы следующий специалист не угадывал, как интерпретировать цвета.

33. Rec.2020

Широкий охват для телевидения сверхвысокой чёткости

BT.2020 задаёт цветовые первичные и другие параметры для UHD TV; [реестр ICC \[43\]](#) приводит их цветности и белую точку D65. Зелёная и красная первичные этого пространства выходят значительно дальше sRGB на диаграмме цветности. Но охват стандарта и возможности конкретной панели не тождественны. Устройство может принимать сигнал BT.2020 и отображать лишь часть предусмотренного диапазона, преобразуя остальное в собственный охват.

Нельзя использовать слово «Rec.2020» как синоним HDR. Широкий цветовой охват описывает диапазон цветов; высокий динамический диапазон - возможности кодирования и воспроизведения уровней яркости. Они нередко встречаются в одной цепочке, но решают разные задачи. Для HDR-телевидения существует отдельная [Рекомендация ITU-R BT.2100 \[44\]](#).

Что проверить в проекте

Если графика делается для видеоролика, сначала уточните технические требования производства: стандарт, передаточную функцию, диапазон сигналов, целевой дисплей и вариант SDR. Контрольный экран должен быть настроен под оговорённую цепочку. После конвертации важно сравнить фирменные плашки, изображения людей и градиенты: цвета за пределами целевого охвата могут сместиться или потерять насыщенность.

Один и тот же фирменный знак в UHD-видео, веб-баннере sRGB и печатной брошюре должен иметь согласованное **намерение**, но не один универсальный набор чисел. Для каждой среды нужны собственные проверенные спецификации вывода. Это не недостаток цифровых форматов, а следствие различающихся устройств и физических носителей.

ЧАСТЬ 2

34. HDR и wide color gamut

Две независимые оси

High Dynamic Range (HDR) относится к более широкому диапазону световых уровней и способу их кодирования/отображения; wide color gamut (WCG) - к более широкому набору цветностей. Яркий белый не делает изображение автоматически более насыщенным, а расширенный охват не означает высокую пиковую яркость. [ITU-R BT.2100 \[44\]](#) задаёт две основные HDR-системы для телевизионного обмена: PQ и HLG. Предназначение и поведение при преобразовании у них различны; нельзя заменять одну другой простым изменением расширения файла.

Почему дизайнеру нужен SDR-вариант

Рекламный ролик могут просматривать на HDR-телевизоре, обычном ноутбуке и в мобильном приложении. Яркие блики, детали в тенях, насыщенность и читаемость наложенного текста меняются при отображении на ограниченном устройстве. [Разъяснение ITU к BT.2390 \[45\]](#) рассматривает HDR и преобразования между PQ и HLG. Книга не подменяет им конкретный производственный стандарт: его требования нужно взять из брифа и проверить на целевом оборудовании.

Сделайте два контрольных кадра: HDR-мастер и явно подготовленный SDR-вариант. Сравните фирменные цвета, кожу, подсветку кнопок или титров, детали теней и засветки. Если HDR-сигнал попадает в тракт, ожидающий SDR, картинка может стать неверной по яркости и оттенкам; на это указывает [практическое руководство ITU \[46\]](#).

HEX пригоден как описание sRGB-плашки на сайте, но не кодирует HDR-светимость. Поэтому фраза «сделать наш #FF0000 в HDR» неполна: нужны параметры сигнала, дисплея и процесса отображения. Прежде чем выбирать более широкий формат, определите, где его действительно увидят и как будет выглядеть альтернативная версия.

35. Gamut - цветовой охват

Что именно охватывает система

CIE определяет цветовой охват [47] как область или объём в цветовом пространстве: цветов конкретной сцены/изображения либо цветов, которые способен создать выводной прибор и носитель. Вопрос «какой охват больше?» требует указать пространство сравнения и условия. Двумерные треугольники на диаграмме ху полезны для наглядности первичных цветностей RGB, но не описывают сами по себе все различия по светлоте.

Цвет, лежащий вне охвата устройства, нельзя воспроизвести буквально. Его можно приблизить: отсечь недопустимые компоненты, уменьшить цветность, выбрать близкий допустимый цвет или преобразовать набор цветов как целое. У каждого способа есть компромисс. CSS Color 4 [9] показывает, почему грубое отсечение каналов иногда заметно меняет оттенок, и описывает операции отображения в целевой охват.

Практический разбор

Вообразите макет с очень насыщенной зелёной кнопкой, созданной в широком пространстве. На экране sRGB она может стать менее насыщенной. Если дизайнер сравнивает только числа каналов, он пропустит изменение. Проверьте два изображения рядом на устройстве целевого класса; затем оцените текст на кнопке и соседний фон. Не пытайтесь компенсировать потерю насыщенности бесконтрольным затемнением: это может нарушить иерархию и контраст.

Для печати охват зависит от способа печати, красок, бумаги и настроек процесса. Поэтому нет единственного «охвата CMYK» для всех типографий. Храните исходник, профиль и утверждённую цветопробу. Для веба храните исходное цветовое значение, sRGB-резерв и результат проверки в реальном интерфейсе. Граница охвата - свойство всей цепочки воспроизведения, а не достоинство или ошибка одного HEX.

36. White point - белая точка

Белый как опора расчёта

Белая точка цветового пространства - стимул, относительно которого нормируют координаты этого пространства; терминология CIE [48] отдельно предупреждает, что она не обязана совпадать с белым, к которому фактически адаптировался наблюдатель. На экране «белый» создаётся светом, на бумаге - отражением от материала. Даже при одинаковых числах координат наблюдаемый результат зависит от яркости, окружающего освещения и состояния зрения.

В sRGB и Display P3 номинальная цветность белого обозначена D65. Между тем система обмена ICC использует D50 в соединительном пространстве профилей. Это **не** означает, что экран D65 нужно физически переключить на D50 для всякого просмотра: ICC объясняет [49], что при соединении профилей выполняется хроматическая адаптация данных. Смешивать белую точку пространства, реальный белый дисплея и опорный белый ICC - источник распространённых ошибок.

Учебная проверка

Поставьте два откалиброванных экрана рядом с разными заданными белыми и покажите нейтральную страницу #FFFFFF. На каждом экране число sRGB одинаково, но окружающее освещение и адаптация могут дать различное впечатление от белого. Затем уберите один экран и подождите: оценка другого может измениться без изменения файла. Это демонстрация влияния условий, не измерение стандарта.

Для фирменной палитры указывайте пространство и условия проверки. Для печати сравнивайте образец и пробу при согласованном свете. Не обещайте точное совпадение белого бумаги и светящегося белого дисплея: один создаёт свет, другой его отражает. Важнее получить согласованную и проверяемую визуальную иерархию при реальных условиях использования.

ЧАСТЬ 2

37. Illuminants - источники освещения в расчёте

Почему предмет меняет вид

Цвет отражающего предмета зависит от спектра падающего света и от того, какие длины волн материал отражает. Поэтому одну и ту же ткань нельзя полностью описать её фотографией или HEX. В колориметрии для сопоставления результатов задают опорный спектральный источник света - illuminant. CIE 015:2018 [19] включает стандартные источники и условия наблюдения среди базовых элементов измерения.

В ISO/CIE 11664-2:2022 [50] перечислены A, D65 и D50 с табличными спектральными распределениями. A моделирует типичное ламповое освещение накаливания, D65 - усреднённый дневной свет, D50 - дневной свет около 5000 K для применений, где нужен такой опорный источник. Обозначение «6500 K» не заменяет спектральную таблицу D65: разные реальные лампы могут иметь похожую цветовую температуру и различный спектр.

Дизайнерский случай

Упаковка выставлена на складе, в магазине и у окна дома. Если два покрытия подобраны только под одной лампой, они могут разойтись на другой - ситуация метамерии. Для согласования цвета материалов нужны образцы, указанная измерительная геометрия, источник света и допустимое отклонение. При выборе ламп для витрины смотрите не только на «тёплый/холодный», но и на передачу цветов нужных товаров.

Практический протокол: согласуйте основной и контрольный свет; сравните реальные материалы в обоих условиях; запишите, какие именно условия были утверждены. Экранный #B34F37 может быть полезен как ориентир для сайта, но не может быть техническим заданием на физический оттенок ткани или краски без дополнительных условий.

38. D50, D65 и другие стандарты

Два разных опорных дневных света

D65 и D50 - стандартизованные спектральные распределения, а не просто два значения ползунка «теплота». Согласно открытой записи [ISO/CIE 11664-2:2022 \[50\]](#), D65 предназначен для представления среднего дневного света с приблизительной коррелированной температурой 6500 K, D50 - дневного света с приблизительной температурой 5000 K. Эти числа помогают ориентироваться, но стандарт определяется спектром и условиями применения.

Системы sRGB, Display P3, Adobe RGB и BT.709 используют белую точку D65 в своих определениях. В [ICC \[49\]](#) соединительное пространство профилей привязано к D50; преобразование через него учитывает различие белых. Отсюда не следует, что вся цифровая графика «на самом деле D50» или что D65-экран и D50-бумага автоматически совпадут визуально.

Что написать в техническом задании

Для цвета интерфейса укажите пространство исходных данных и целевые устройства. Для фотографии и печати зафиксируйте профили исходника, пробопечатного устройства и конечного процесса, а также условия просмотра образца. Для предметного дизайна укажите, под каким светом будет приниматься и использоваться материал. Если сравнение проводят под одной лампой, а товар продают под другой, возможны расхождения, не видимые в первоначальном согласовании.

Не пишите «идеальный свет - D65» без задачи. Опорный источник выбирают так, чтобы измерения и визуальная оценка были воспроизводимы в конкретном процессе. Это стандарт сравнения, а не универсальная рекомендация для освещения любого интерьера.

39. Цветовая температура

Кельвины описывают не всё

В разговоре о светильниках «2700 K» обычно обозначает приблизительно тёплый вид белого, «6500 K» - более холодный. Строгое понятие коррелированной цветовой температуры (CCT) связывает цветность источника с ближайшей цветностью излучателя Планка; определение даёт [словарь CIE \[51\]](#). Для ряда искусственных источников это приближение, а не утверждение, что лампа нагрета до названной температуры. [Техническая записка CIE TN 013:2022 \[52\]](#) специально разводит связанные термины и ограничения их применения.

Две лампы с одинаковой CCT могут иметь разные спектральные распределения и по-разному показывать одежду, продукты или окрашенные стены. Поэтому «подберите 3000 K» не является полным заданием на качество света. Кроме CCT нужны сведения о спектре или показателях передачи цвета, яркости, направленности и условиях помещения.

Цвет материала в магазине

Вообразите бежевую коробку и ярко-красную этикетку под двумя светильниками с одной CCT. При разном спектре красная плашка может выглядеть менее насыщенной в одном варианте. Уточняйте критерий оценки по реальным образцам и задаче. Нельзя предсказать впечатление об упаковке по одному числу Кельвинов и нельзя из «тёплой» лампы выводить автоматическое чувство уюта у любого покупателя.

Для сайта значение CCT помещения пользователя неизвестно. Проверяйте интерфейс при обычных условиях, а не привязывайте психологический смысл конкретного HEX к идеальной студийной подсветке.

ЧАСТЬ 2

40. CRI и качество света

Передача цвета - больше одного числа

Индекс цветопередачи CRI, часто записываемый как общий индекс Ra, сравнивает передачу набора образцов тестируемым источником с эталонным. Он широко применяется, но имеет ограничения, особенно при оценке некоторых современных светодиодных источников. [CIE 224:2017 \[53\]](#) поясняет, почему Ra не всегда хорошо согласуется с визуальными оценками и почему верность цвета не равна общему предпочтению освещения.

В учебном обзоре TM-30, опубликованном на сайте Министерства энергетики США [54], метод представлен как набор взаимосвязанных показателей и графиков. Rf характеризует среднюю верность передачи, Rg - изменение площади цветового охвата относительно эталона. Но и эти средние числа не сообщают, какой именно цвет товара сдвинется в конкретном направлении; для этого рассматривают более подробные графики и реальные образцы. Не следует объявлять Rf и Rg взаимозаменяемыми с Ra. Обзор объясняет редакцию TM-30-20; актуальный выпуск TM-30-24 рассматривается отдельно в разделе о свете и материале.

Выбор света для дизайн-задачи

Для ювелирной витрины, галереи или примерочной сначала определите, какие материалы и оттенки критичны. Запросите характеристики светильника, сравните образцы под кандидатными лампами и зафиксируйте угол, интенсивность и фон. Отдельно оцените блики, тени, комфорт и энергозатраты. Высокая верность передачи не означает автоматически «самое красивое» освещение: цель может состоять в точном сравнении товара либо в выразительной экспозиции, и критерии этих задач различны.

Утверждение «эта лампа делает красный продающим» не следует ни из CRI, ни из TM-30. Для такой фразы понадобилось бы отдельное исследование покупателей. Показатели света описывают воспроизведение цвета, а не причинный психологический эффект рекламы.

Тематический раздел I. Как человек воспринимает цвет

Цвет появляется в результате работы зрительной системы с сигналом от света и окружающей сцены. Одинаковая поверхность может выглядеть по-разному при другом освещении и рядом с другим фоном; одинаковое значение HEX не гарантирует одинаковое впечатление на разных дисплеях. Поэтому человеческое восприятие нужно изучать вместе с физикой и колориметрией, а не сводить к числу в палитре. Обзор механизмов сетчатки даёт [Peter Gouras, Webvision \[55\]](#); обзор устойчивости воспринимаемого цвета поверхности - [Foster, 2011 \[56\]](#).

От света к цвету: три уровня

Стимул. Свет, приходящий в глаз, зависит от спектра источника, отражения поверхности и среды.

Сетчатка. При обычном дневном уровне освещения цветовую информацию дают прежде всего три типа колбочек - S, M и L, с перекрывающимися областями спектральной чувствительности. Буквы обозначают относительно короткие, средние и длинные волны, а не три готовых ощущения «синего», «зелёного» и «красного». Отдельная колбочка сообщает об интенсивности поглощения, но не определяет длину волны однозначно. Для различения спектрального состава зрение сопоставляет ответы разных типов колбочек и соседних участков сцены. **Восприятие.** Далее зрительная система учитывает границы, адаптацию и окружающие объекты; итог не является поканальным считыванием RGB. [Gouras, Webvision \[55\]](#).

Палочки особенно важны при слабом свете. В темноте цветовые различия обычно теряются раньше, чем различия светлого и тёмного: дизайнерская пара, ясная при дневном освещении, может стать неразличимой в плохо освещённом помещении. Это практический повод проверять навигацию и упаковку при реальном свете, а не только на ярком мониторе. [Gouras, Webvision \[55\]](#).

Сравнение, адаптация и постоянство цвета

Мозг оценивает поверхность в контексте её окружения. Белый лист остаётся похожим на белый под разным дневным светом, хотя спектр отражённого излучения меняется. Это называют **цветовым постоянством**; оно неполное и зависит от сцены, поэтому при сложном смешанном освещении ошибки возможны. [Foster, 2011 \[56\]](#). Хроматическая адаптация помогает приспособиться к преобладающему освещению. Если оценивать цвет печатного образца сразу после просмотра очень яркого экрана, условия сравнения меняются вместе с состоянием наблюдателя.

Есть и эффект соседства: один и тот же цветовой патч на тёмном и светлом фоне может выглядеть по-разному. Для дизайнера это означает, что фирменный цвет проверяют в макете: на карточке, рядом с фотографией, в кнопке, при обычном размере. Изолированный квадратик палитры даёт неполную картину.

Память, узнавание и язык

В эксперименте [Hansen и соавторов, 2006 \[57\]](#) участники корректировали цвет знакомых фруктов до субъективно нейтрального. Настройка сдвигалась относительно физически нейтрального значения в сторону, противоположную привычному цвету объекта. Результат указывает, что знание о предмете способно влиять на его цветовой вид. Он не доказывает, что память всегда «перекрашивает» любую сцену.

Язык влияет на некоторые задачи различения. В эксперименте [Winawer и соавторов, 2007 \[58\]](#) русскоязычные участники быстрее различали определённые пары оттенков по разные стороны границы «голубой/синий»; при вербальной помехе преимущество исчезало. Вывод ограничен заданием и выбранными образцами: он не означает, что говорящие на других языках не видят голубой. Позднейшие работы проверяют границы воспроизводимости этого эффекта, поэтому для практического дизайна важнее тестировать распознавание конкретных элементов, чем полагаться на лингвистическую теорию.

Различия между зрителями

Восприятие зависит от состояния зрения, возраста, размера цветового элемента и освещения. При распространённых нарушениях цветового зрения сложнее различать некоторые красно-зелёные пары; встречаются и другие типы. [National Eye Institute \[59\]](#) описывает эти варианты и способы диагностики. В интерфейсе нельзя обозначать критическое состояние одним только цветом: нужны текст, форма, иконка или иной независимый признак. Это соответствует [WCAG 2.2, критерий 1.4.1 \[60\]](#).

Пример. Если ошибка формы показана только красной рамкой, часть людей не поймёт, какое поле исправить. Подпись «Введите адрес электронной почты» рядом с полем сообщает то же без необходимости различать красный. Контраст текста с фоном проверяют отдельно; сам по себе различимый оттенок не гарантирует читаемости.

Мини-протокол для дизайнера

Покажите один и тот же макет на светлом и тёмном фоне, на телефоне и настольном дисплее, при ярком и приглушённом свете. Проверьте критические элементы в оттенках серого; затем - с людьми, которым предназначен продукт, включая участников с особенностями цветового зрения. Запишите, что проверялось: задачу, устройство, освещение, альтернативные метки и ошибки распознавания. Это практическая проверка макета, а не лабораторный стандарт.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел II. Психология цвета: эмоции и поведение

Научная психология цвета задаёт проверяемые вопросы: какие ассоциации люди называют, что они действительно чувствуют при показе цвета и меняется ли их поведение в конкретной задаче. Эти вопросы нельзя заменять один другим. [Elliot, 2015 \[61\]](#) подробно рассматривает сложность экспериментов и ограничения переноса результатов в практику.

Три разные величины

Ассоциация: участник связывает название цвета со словом «спокойствие». **Переживание:** после предъявления точно заданного стимула участник сообщает об изменении своего состояния.

Поведение: человек лучше решает задачу, замечает сообщение или покупает товар. Из ассоциации нельзя автоматически вывести переживание, а из переживания - покупку. Систематический обзор [Jonauskaitė и Mohr, 2025 \[62\]](#) объединил 132 эмпирические статьи; сами авторы отмечают, что большинство сопоставлений оценивали именно ассоциации. Это важная граница для обещаний в брендинге.

Что сообщают исследования ассоциаций

Обзор 2025 года рассматривал валентность (приятное или неприятное), активацию (спокойное или возбуждённое) и ощущение силы/контроля. Красный связывали и с положительными, и с отрицательными высокоактивными переживаниями; поэтому «красный = любовь» так же неполно, как «красный = опасность». Жёлтый и оранжевый чаще связывали с положительной высокой активацией. Зелёный и синий чаще соответствовали положительной низкой активации, но синий встречался и рядом с грустью. Серый чаще связывали с отрицательным низкоактивным состоянием. Чёрный в материалах обзора имел отрицательные соответствия; ощущение силы не следует путать с активацией. Светлота и насыщенность тоже меняли картину. [Jonauskaitė и Mohr, 2025, Results \[62\]](#).

В межнациональном исследовании [Jonauskaitė и соавторов, 2020 \[63\]](#) 4598 участников из 30 стран соотносили 12 цветовых слов с 20 эмоциями. Авторы нашли общие закономерности и различия, связанные с языком и географией. Здесь оценивались **слова о цветах**, а не одинаково откалиброванные изображения на экранах. Результат полезен для формулировки гипотез о коммуникации, но сам не измеряет реакцию покупателя на конкретный логотип.

Цвет - больше, чем название оттенка

В лабораторной работе [Wilms и Oberfeld, 2018 \[64\]](#) 62 человека смотрели на 27 хроматических и три ахроматических образца на LED-дисплее. Исследователи независимо варьировали тон, насыщенность и яркость, собирали оценки состояния и физиологические данные. Более насыщенные и яркие стимулы сопровождалась более высокими оценками активации; были и взаимодействия параметров. Это более узкий вывод, чем правило «каждый красный возбуждает».

Почему вкус к цвету может меняться

[Palmer и Schloss, 2010 \[65\]](#) предложили и эмпирически проверили экологическую теорию предпочтений: отношение к оттенку связано с отношением к предметам, с которыми его ассоциируют. Чистая вода и ясное небо, например, могут поддерживать предпочтение некоторых синих. Это теория о предпочтении в изученных условиях; она не выводит универсальный рейтинг палитр для любой страны и товарной категории. Собственный опыт, привычные предметы и новые события могут менять ассоциации.

Проверка громких обещаний

Распространённый тезис «красный ухудшает результаты тестов» был проверен в метаанализе [Gnambs, 2020 \[66\]](#). После учёта публикационного смещения убедительных оснований для устойчивого эффекта на интеллектуальные задания осталось мало. Этот результат не опровергает все исследования красного в любых условиях; он ограничивает конкретное сильное утверждение о когнитивной продуктивности.

Практический вывод. Формулируйте задачу как проверяемую гипотезу: «в этом интерфейсе пользователи быстрее находят кнопку версии А», «упаковку с версией Б чаще узнают через неделю». Сравните варианты при одинаковых тексте, композиции, светлоте и задачах либо явно обозначьте, что менялось одновременно. Если оценивали лишь слова «спокойный» и «энергичный», не называйте результат доказательством роста продаж.

Тематический раздел III. Цвет бренда: что известно и почему его выбирают

Фирменный цвет может помогать распознаванию, связывать разные носители и выражать историю компании. Причину выбора следует искать в материалах самого бренда, а влияние на аудиторию проверять отдельно. Цвет редко работает в одиночку: вместе с ним действуют название, форма знака, типографика, масштаб присутствия и многолетнее повторение. Исследование [Labrecque и Milne, 2012 \[67\]](#) в четырёх работах изучало, как цветовые параметры связаны с восприятием условного бренда, в том числе с его предполагаемой «личностью»; это исследование не устанавливает внутренние мотивы выбора палитры конкретной компании.

Четыре подтверждённых истории

Бренд	Цвет в айдентике	Объяснение в источнике самого бренда	Что нельзя приписать исследованию
Coca-Cola	Красный и белый	Историческое красное письмо на белом фоне; сохранение узнаваемых элементов и единообразия	«Красный вызывает жажду у всех»
IKEA	Синий и жёлтый	Узнаваемость и связь со шведским происхождением; компания описывает жёлтый как оптимистичный	«Синий автоматически вызывает доверие к мебели»
Spotify	Зелёный с чёрным или белым	Зелёный служит узнаваемым опорным цветом; правила описывают сочетания и читаемость знака	«Зелёный научно увеличивает прослушивания»
Tiffany & Co.	Фирменный голубой	Исторический цвет каталога и коробки, затем закрепление и стандартизация	«Голубой сам по себе создаёт чувство роскоши»

Coca-Cola: наследие и повторяемость

В историческом материале [Coca-Cola \[68\]](#) красно-белая комбинация прослеживается до ранних вывесок Фрэнка Робинсона. Красный диск со временем стал быстрым сигналом присутствия марки. В [объявлении о визуальной системе 2026 года \[69\]](#) компания говорит об усилении красно-белой палитры вместе с лентой, квадратом и фирменным письмом на разных носителях. Это свидетельства истории и стратегии компании; они не дают экспериментальной оценки влияния одного красного на вкус напитка или продажи. Компания прямо отмечает, что у её красного нет единственного Pantone-кода; поэтому случайный HEX из интернета здесь не публикуется как официальный.

ИКЕА: происхождение, заметность, система

ИКЕА объясняет [70], что синий и жёлтый помогают мгновенно распознавать марку и подчёркивают её шведское происхождение. Компания приписывает синему роль привлечения внимания к предложению, а жёлтому - оптимистичное впечатление. Это позиция бренда, а не независимое измерение реакции всех покупателей. Музей ИКЕА [71] показывает, что знак менялся: существовали и красно-белые решения; большая синяя поверхность магазина с жёлтой надписью закрепилась позже. Такой исторический ряд объясняет узнавание лучше, чем мысль о врождённом значении синего. Официальная страница не фиксирует универсальную пару HEX для всех носителей, поэтому здесь приведены названия цветов без выдуманной точности.

Spotify: узнаваемый зелёный

Правила Spotify для разработчиков [72] называют зелёный опорным цветом, когда нужен узнаваемый голос марки. Зелёную версию знака предписано ставить на чёрный или белый фон; на других фонах использовать монохромную. Документ отдельно требует читаемости и достаточного контраста. Он объясняет, как бренд поддерживает систему, но не раскрывает окончательно, почему исторически выбран именно этот оттенок и насколько он влияет на поведение слушателей. Без подтверждённой в этом документе спецификации код HEX не выдаётся за официальный.

Tiffany & Co.: цвет как накопленный знак

По истории Tiffany Blue Box [73], характерный голубой появился на обложке каталога Blue Book в 1845 году, затем стал связан с подарочной коробкой. Компания сообщает о регистрации Tiffany Blue в 1998 году и его последующей стандартизации в системе Pantone под именем «1837 Blue». Сила этого случая - накопленная связь между упаковкой, опытом подарка и брендом. Число 1837 в названии цвета связано с годом основания компании; оно не является HEX-кодом. Публиковать произвольный экранный «Tiffany Blue» как точную фирменную формулу нельзя.

Точный HEX: пример из открытой системы IBM

В отличие от перечисленных историй, IBM Design Language [74] открыто задаёт цифровые коды: например, центральный blue 60 - #0F62FE, blue 70 - #0043CE, blue 10 - #EDF5FF; в системе есть также black - #000000 и white - #FFFFFF. IBM объясняет, что синяя группа составляет центр палитры, а серые, чёрный и белый помогают распределять роли интерфейса. Наличие этих кодов показывает, как цвет становится управляемой системой для разных задач, экранов и печати. Коды принадлежат IBM; это справочные примеры, не свободная палитра для копирования чужого фирменного стиля. Перед использованием текста на #0F62FE или #EDF5FF всё равно нужно проверить контраст конкретной пары.

Как объяснять собственную палитру

Для проекта зафиксируйте: (1) роль цвета - навигация, идентификация, акцент или информация; (2) связь с историей и категорией бренда; (3) окружение конкурентов; (4) условия воспроизведения; (5) критерий проверки на аудитории. Выберите основную и вспомогательные роли, затем задайте HEX для экранов и отдельные спецификации для печати. Покажите образцы на светлом и тёмном фоне, рядом с фотографиями и с текстом. В исследованиях сравнивайте понятность, узнавание или конкретное действие. Психологический смысл в брифе - гипотеза, которую проверяют в контексте.

Авторская иллюстрация, не фирменные цвета перечисленных компаний: #163D52 - основной тёмный, #F0C66C - акцент, #F6F4EE - светлый фон, #1D2528 - текст. Эти HEX показывают роли палитры; соответствие контраста и печатная передача требуют отдельного расчёта и пробы.

Тематический раздел IV. Сочетания цветов: предпочтение, гармония и читаемость

Слово «гармоничный» часто используют как синоним «красивый», но это разные оценки. В экспериментальной работе [Schloss и Palmer, 2011 \[75\]](#) участники отдельно оценивали предпочтение всей пары, гармонию пары и предпочтение цвета фигуры на заданном фоне. Разные вопросы давали разные закономерности: в исследованных образцах близость тонов поддерживала оценки пары и гармонии, а контраст фигуры с фоном мог увеличивать привлекательность самой фигуры. Предпочтение пары зависело также от предпочтения отдельных цветов и контраста по светлоте. Поэтому нельзя вывести из одного цветового круга единственное правило «правильного сочетания».

Три вопроса перед выбором палитры

1. **Нравится ли композиция?** Вопрос об эстетической оценке всего макета, включая пропорции, фотографии и типографику.
2. **Выглядят ли элементы согласованно?** Вопрос о гармонии и стилистическом единстве.
3. **Можно ли быстро различить главное?** Вопрос о зрительной задаче: прочесть текст, найти действие, сопоставить категории.

Сильное различие оттенков может помочь выделить кнопку, но одновременно сделать всю композицию менее спокойной. Это не ошибка исследования: оцениваются разные результаты. [Обзор Palmer, Schloss и Sammartino, 2013 \[76\]](#) рассматривает предпочтения отдельных цветов, сочетаний, пространственной композиции и индивидуальные различия; он напоминает, что расположение и пропорции тоже входят в эстетическое впечатление.

Пара работает в конкретном расположении

Если поменять местами цвет текста и фона, средняя площадь каждого оттенка, адаптация и восприятие границ изменятся. В [работе Schloss и Palmer о пространственной организации, 2011 \[77\]](#) предпочтение пары зависело от того, какой цвет занимал фигуру, а какой - фон. Следовательно, набор из двух HEX ещё не описывает полный дизайн. Проверьте оба цвета в назначенных ролях и в масштабе готовой страницы.

Гармония и доступность

Эстетическое согласие не гарантирует читаемость. Бледно-серый текст на белом фоне может выглядеть «тихо» и аккуратно, но иметь недостаточный контраст. Для обычного текста [WCAG 2.2, критерий 1.4.3 \[78\]](#) задаёт порог 4,5:1; для крупного текста - 3:1, с оговорёнными исключениями. Цвет не должен быть единственным способом передачи важной информации по [критерию 1.4.1 \[60\]](#). Контраст следует вычислять для фактической пары текста и фона, а не по названию цветов.

Авторские схемы для проверки, а не «формулы эмоций»

Задача	Фон	Основной текст	Акцент	Что проверять
Спокойное чтение	#F6F4EE	#1D2528	#163D52	Длинный текст и ссылки
Контрастный анонс	#163D52	#FFFFFF	#F0C66C	Читаемость акцентной кнопки
Несколько категорий	#FFFFFF	#1D2528	#0F766E	Различение категорий с подписями

Это самостоятельно составленные экранные примеры. Роли важнее их эмоциональных названий. Перед применением требуется проверить контраст каждой фактической пары и поведение оттенков на разных устройствах; HEX здесь не подтверждает результат пользовательского теста. Не переносите выводы о гармонии двух плоских образцов на интерфейс с фотографиями и десятками элементов без проверки.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел V. Цвет в рекламе, продаже и упаковке

Цвет в маркетинге действует в системе сигналов: упаковка задаёт ожидания, витрина организует внимание, интерфейс показывает цену, а фирменный знак помогает распознать источник товара. [Обзор Labrecque, Patrick и Milne, 2013 \[79\]](#) описывает сложность прямого переноса выводов из исследований восприятия в маркетинг. Он не даёт универсального рецепта «красный продаёт лучше».

Впечатление о марке

[Labrecque и Milne, 2012 \[67\]](#) исследовали, как цвет и его параметры соотносятся с впечатлением о вымышленной марке. Важно различать ассоциацию с характеристиками бренда и реальные покупки знакомой компании. На рынке знак имеет историю, упаковку, рекламу и известность, которые лабораторный новый логотип не воспроизводит. Цветовой бриф полезно формулировать как проверяемое описание: «при равном макете версия А воспринимается более подходящей для услуги», а не как свойство любого синего.

Реклама: оттенок и исполнение

[Gorn, Chattopadhyay, Yi и Dahl, 1997 \[80\]](#) изучали цвет как часть исполнения печатной рекламы, варьируя не только тон, но и хром и светлоту. В аннотации авторы связывают более высокую светлоту с расслаблением, а более высокую хром - с возбуждением; эти реакции участвовали в формировании отношения к рекламе. Это результат конкретной экспериментальной постановки, а не универсальный рецепт повышения продаж. Прикладной вывод: сравнивать нужно готовое объявление и фиксировать, какие именно параметры цвета изменены.

Контекст может изменить знак эффекта

Показательный пример контекстной зависимости - исследование [Bagchi и Cheema, 2013 \[81\]](#). В рассмотренных ими аукционах красный фон по сравнению с синим сопровождался более крупными шагами ставок; в переговорах с продавцом направление связи для ценовых предложений было противоположным. Авторы рассматривают возбуждение, агрессию и различие в объекте конкуренции как объяснение эффекта. Вывод для дизайнера не состоит в выборе красного для всех цен: сначала определите, в какой ситуации принимает решение человек и с кем он мысленно конкурирует.

Полка и упаковка

Упаковка воспринимается целиком: площадь цветового пятна, рисунок, материал, текст, форма и освещение действуют вместе. [Обзор Krishna, 2012 \[82\]](#) помещает визуальные признаки в более широкий набор ощущений потребителя. Цвет может создать ожидание категории или вкуса, но изменённая этикетка одновременно способна менять заметность, читаемость и ассоциацию с ценой. Чтобы узнать вклад цвета, в сравнении вариантов нужно сохранять остальные элементы по возможности одинаковыми.

Протокол оценки в торговой задаче

Объект: конкретная упаковка или рекламный макет. **Условия:** тип магазина, соседние товары, освещение, размер на экране или полке. **Переменная:** точно указанные координаты или HEX изменённой области; для печати - отдельно измеренный образец. **Исход:** например, распознавание через заданный интервал, время поиска на полке, правильное понимание цены или реальный выбор. **Проверка:** сравните не только среднее предпочтение, но и ошибки, культурные группы и людей с особенностями цветового зрения. Это пример проектного протокола, а не результат одного эксперимента.

Пример постановки. Для упаковки чая тестируют две версии цветовой полосы при одинаковом названии, фотографии и материале. Вопрос «Какую упаковку купите?» отвечает на одну задачу; вопрос «Какая кажется более крепким напитком?» - на другую. Не объединяйте ответы в одно слово «эффективность».

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел VI. Цвет сайта и интерфейса

На сайте цвет помогает обозначить структуру: текст, действия, навигацию, состояния и содержание данных. Пользователь оценивает не палитру отдельно, а задачу, которую решает на странице. Поэтому хороший цифровой цвет проверяют одновременно на привлекательность, понятность и доступность.

Впечатление от страницы

[Cyr, Head и Larios, 2010 \[83\]](#) сравнивали цветовое оформление сайтов для групп из Канады, Германии и Японии с помощью опросов, интервью и отслеживания взгляда. Авторы сообщают связь привлекательности цвета с доверием и удовлетворённостью, а также различия между культурами. Работа проверяла конкретные варианты оформления; её нельзя переводить в правило, что один оттенок вызывает доверие у всех посетителей.

В работе Reinecke и соавторов, 2013 [84] оценивали первые впечатления от страниц после краткого просмотра и моделировали визуальную сложность и общую «цветастость» изображения страницы. Вместе с демографическими переменными эти модели объясняли примерно половину разброса оценок привлекательности. Это не означает, что можно предсказать оценку любого сайта одним счётчиком цветов: структура, аудитория и цель страницы остаются важными.

Читаемость - отдельная задача

Hall и Hanna, 2004 [85] исследовали сочетания текста и фона применительно к читаемости, запоминанию, эстетике и поведенческим намерениям. Эти исходы не тождественны: читателю может нравиться вид страницы, но читать длинный текст он будет медленнее. Для книги на сайте особенно важны длина строки, межстрочный интервал, размер шрифта и контраст. Формальная проверка WCAG 2.2, критерий 1.4.3 [78] нужна, но не заменяет чтения на телефоне при обычной яркости.

Функциональные роли цвета

Роль	Что передаёт	Пример исхода для проверки
Основной текст	Содержимое страницы	Читаемость длинного фрагмента
Ссылка	Возможность перехода	Доля пользователей, заметивших переход
Основное действие	Следующий шаг	Точность выбора нужного действия
Ошибка	Что исправить	Доля правильно исправленных полей
Данные	Разница между значениями	Число ошибок чтения графика

Для ошибки и ссылки одного цветового различия недостаточно: WCAG 2.2, критерий 1.4.1 [60] требует, чтобы цвет не был единственным способом передачи информации. Подчёркивание ссылки и текст сообщения об ошибке решают задачу надёжнее, чем «правильный» красный или синий.

Практический сценарий сравнения

Для страницы книги сформулируйте два вопроса: «находит ли читатель нужную главу?» и «может ли он читать её десять минут без затруднения?». Покажите два варианта с одинаковым текстом, типографикой и размерами блоков, изменив только назначенную цветовую роль. Проверьте поиск главы, чтение абзаца, ссылку на источник и сообщение об ошибке. Лишь затем оценивайте общую привлекательность. Результаты такого теста относятся к данному сайту и его аудитории, а не ко всем сайтам вообще.

Тематический раздел VII. Цвет в графиках, картах и данных

На графике цвет отвечает за смысл: показывает порядок величин, разницу категорий или отклонение от опорного значения. Красивый переход оттенков может создать ложную границу или скрыть настоящую. [Crameri, Shephard и Heron, 2020 \[86\]](#) показывают, почему неравномерные и трудные для людей с нарушениями цветового зрения карты способны исказить научную коммуникацию. Здесь задача дизайнера - сохранить структуру данных, а не назначить каждому значению эмоциональное имя.

Сначала определите тип данных

[ColorBrewer \[87\]](#) различает три случая. **Последовательная схема** показывает упорядоченные значения от низкого к высокому; при этом важен управляемый ход светлоты. **Расходящаяся схема** выделяет содержательный центр, например ноль, и два направления отклонения. **Качественная схема** разделяет категории без подразумеваемого ранга. Если категории «яблоко», «груша», «слива» покрасить как последовательную шкалу от бледного к тёмному, читатель может увидеть несуществующий порядок.

Данные	Подход	Пример
Количество заказов 0-100	Последовательная шкала	Светлее → темнее с ростом числа
Отклонение температуры −5...+5 от нормы	Расходящаяся шкала	Две стороны и нейтральный ноль
Три вида услуги	Категориальные цвета	Различие без ранга; подписи обязательны

Критические значения, отсутствующие данные и нулевые значения нужно обозначать отдельно. «Нет данных» нельзя красить в цвет минимума: это разные утверждения.

Почему радуга часто вводит в заблуждение

Радужная полоса охватывает много тонов, но её воспринимаемая светлота меняется неравномерно. Поэтому одинаковый числовой шаг может выглядеть то маленьким, то резким. [Crameri и соавторы, 2020 \[86\]](#) обсуждают подобные искажения и трудности при нарушениях цветового зрения. [Moreland, 2009 \[88\]](#) подробно рассматривает расходящиеся шкалы для научной визуализации. Источник выбран для принципа построения; его готовую шкалу и иллюстрации книга не воспроизводит.

Доступность - проверка смысла

[Nuñez, Anderton и Renslow, 2018 \[89\]](#) описали оптимизацию цветовых карт с учётом распространённых нарушений красно-зелёного различения и представили *cividis*. Их метод стремится сделать интерпретацию данных сходной для зрителей с разным цветовым зрением. Но даже такая шкала не заменяет подпись осей, единицы измерения, легенду и проверку графика в масштабе реального использования.

Авторская учебная шкала

Для чисел от 0 до 100 можно начать с #EEF5F6 → #6C9BAA → #163D52. Это иллюстрация принципа «светлее-темнее», а не опубликованная, измеренная на равномерность шкала и не альтернатива научно проверенной карте. Перед выпуском проверьте монотонность светлоты, различимость соседних ступеней и вид при вариантах цветового зрения; затем дайте значениям подписи и легенду.

Мини-протокол проверки карты

Попросите читателя найти максимум, сравнить два соседних значения и определить знак отклонения, не объясняя легенду заранее. Зафиксируйте ошибки, время и уверенность. Повторите с распечаткой и на экране, если оба носителя входят в продукт. Для географической карты учитывайте соседство областей и границы; для тепловой карты - размер ячейки. Это редакционная процедура, предложенная по мотивам задач из литературы, а не универсальный экспериментальный порог.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел VIII. Еда, напитки и цвет среды

В пищевом дизайне цвет служит подсказкой об ожидаемом вкусе и свежести. В интерьере он взаимодействует с освещением, материалами и занятием человека. Одинаковая палитра не обязана давать одинаковое переживание в этих двух контекстах.

В ожидании вкуса

Обзор Spence, 2015 [90] описывает исследования, в которых цвет продукта менял ожидаемый вкус, а иногда и последующую оценку при пробе. Ключевой механизм - согласование ожидания с полученным ощущением. Если окраска обещает один вкус, а продукт даёт другой, несоответствие может ухудшить впечатление. Возраст, культура и индивидуальные особенности способны менять значение цветового сигнала. Поэтому красная жидкость не имеет одной неизменной вкусовой «расшифровки».

Пример проверки напитка. Сначала покажите образец без дегустации и спросите, какой вкус, сладость и свежесть человек ожидает. Затем дайте попробовать и измерьте уже **испытываемый** вкус и понравившееся. Если изменить одновременно рецепт и цвет, разделить вклад цвета невозможно. Если меняется только рисунок упаковки, результат относится к ожиданию от упаковки, а не обязательно к вкусу самой жидкости.

Цвет упаковки и цвет продукта

Потребитель может видеть напиток через прозрачную бутылку или судить только по этикетке. Эти ситуации различаются. Krishna, 2012 [82] рассматривает сенсорный маркетинг как взаимодействие зрительного сигнала с другими ощущениями. В задаче о йогурте стоит отдельно оценивать цвет содержимого, изображения ягоды, крышки и фона этикетки. Иначе вывод «фиолетовый изменил вкус» слишком широк: возможно, потребитель просто ожидал чернику по рисунку.

Свет и поверхность помещения

На окрашенной стене результат зависит от спектра ламп, направления света, блеска краски, фактуры и окружающих материалов. В сравнении Küller, Mikellides и Janssens, 2009 [91] рассматривались цвет среды, активация и выполнение задач. Из такой постановки не следует универсальное предписание вроде «синяя стена повышает продуктивность». Дизайн пространства надо проверять при реальном освещении и с задачами конкретных пользователей.

Два способа практической проверки

Продукт. Держите рецепт, объём, температуру и информацию об ингредиентах постоянными; меняйте один визуальный признак. Измеряйте ожидание до пробы и оценку после неё. **Помещение.** Возьмите физические образцы материала и смотрите их утром и вечером при планируемых светильниках; измеряйте освещённость и фиксируйте зрительные задачи. В обоих случаях HEX экрана служит лишь проектной записью, а не спецификацией вкуса или отражения окрашенной поверхности.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел IX. Культура, язык и различия предпочтений

Фраза «этот цвет любят все» требует очень сильных доказательств. Сравнивать нужно сопоставимые группы, одинаковые стимулы и одинаково поставленные вопросы. В одном исследовании измеряют предпочтение цветового образца, в другом - ассоциации с цветовым словом, в третьем - выбор упаковки. Их результаты отвечают на разные вопросы.

Общие закономерности и различия

Jonauskaitė и соавторы, 2020 [63] нашли сходные закономерности связи цветовых слов с эмоциями в 30 странах и одновременно обнаружили влияние языковой и географической близости. Исследование показывает возможность общих ассоциаций; оно не превращает каждый цвет в единую международную инструкцию по дизайну. Madden, Hewett и Roth, 2000 [92] сравнивали значения и предпочтения цветов в восьми странах в маркетинговом контексте и также нашли и сходства, и различия.

Более прямое испытание универсальности предпочтений - Taylor, Clifford и Franklin, 2013 [93]. Авторы сравнили взрослых британцев и представителей народа химба в Намибии. В их условиях структура предпочтений заметно различалась, а одна модель не объяснила обе группы. Это не означает, что между культурами нет ничего общего; это означает, что сильное утверждение о неизменном мировом рейтинге оттенков не подтверждается данным сравнением.

Язык помогает в некоторых задачах

Исследование Winawer и соавторов, 2007 [58] о границе «голубой/синий» показывает, что доступные категории языка могут влиять на скорость различения выбранных образцов в конкретной задаче. Оно не доказывает, что языки навсегда меняют сетчатку. Для редактора международного сайта это повод проверять названия оттенков и подписи с носителями языка, а не ожидать одинакового понимания слов «синий», «голубой», «бирюзовый».

Что проверять при локализации

Уточните, какую функцию несёт цвет: узнавание марки, предупреждение, тип товара или украшение. Проведите короткое исследование на целевой аудитории: попросите распознать действие, описать ассоциацию и объяснить выбор. Записывайте не только долю ответов, но и контекст: уровень освещения, устройство, возраст, знакомство с брендом. Предлагайте альтернативную подпись там, где ошибка имеет последствия. Исследование об ассоциациях не заменяет тест сайта на выполнение действия.

Пример. Один и тот же зелёный в международном интерфейсе может служить кнопкой подтверждения, фирменным знаком и маркером категории. Даже если ассоциация с природой встречается часто, пользователь может перепутать эти роли. Разведите функцию словами, формой, расположением и последовательностью интерфейса; затем измерьте ошибки на разных языковых версиях.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел X. Как проверять утверждения о цвете

Полезная энциклопедия должна показывать не только результаты, но и способ отличить надёжный вывод от эффектной истории. [Elliot, 2015 \[61\]](#) отмечает методологические трудности психологии цвета: плохо определённые стимулы, неучтённые светлота и насыщенность, контекст и слабая воспроизводимость отдельных эффектов. Привычная фраза «цвет X вызывает Y» часто прячет эти условия.

Проверка источника в пять шагов

1. Что предъявляли? Цветовое слово, экранный прямоугольник, ткань, помещение и упаковка - разные стимулы. **2. Что измеряли?** Ассоциацию, оценку настроения, движение взгляда, правильность ответа или покупку. **3. С кем и где?** Укажите размер и происхождение выборки, язык, устройство и освещение. **4. С чем сравнивали?** Контрольный цвет должен быть описан; если оттенки различаются и по светлоте, приписывать всё только тону нельзя. **5. Повторялся ли результат?** Для сильного прикладного вывода ищите независимые повторения и метаанализы.

Общий фон здесь важен: масштабное исследование [Open Science Collaboration, 2015 \[94\]](#) рассматривало воспроизводимость психологических результатов в целом. Оно не измеряло специально эффект фирменного цвета, но объясняет, зачем отличать первоначальное наблюдение от устойчивого знания. Более близкий пример - [метаанализ Gnambs, 2020 \[66\]](#) по красному и интеллектуальным заданиям: первоначальные крупные эффекты не дают оснований уверенно ожидать такого же результата в любой практической ситуации.

Карточка утверждения

Поле	Что записать	Пример
Тезис	Точное проверяемое высказывание	«Версию А чаще замечают на странице»
Стимул	Цвет, размер, фон, носитель	Код sRGB и скриншот макета

Поле	Что записать	Пример
Контекст	Задача и аудитория	Поиск ссылки в статье на телефоне
Исход	Измеряемый результат	Время до первого правильного перехода
Основание	Ссылка и уровень доступа	Полный текст, аннотация или стандарт
Ограничение	Что остаётся неизвестным	Не проверена печать и другая аудитория

Такая карточка не превращает субъективное предпочтение в причинный эффект, но делает решение проверяемым. Из неё можно построить эксперимент с заранее выбранным главным исходом. Если тестируют пять версий и десять показателей, случайное «победное» сравнение легче принять за закономерность. План сравнения фиксируют до просмотра результатов и сохраняют также нулевые и неудобные исходы.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XI. Цвет от экрана до печати: рабочий маршрут

Четыре вопроса до выбора кода

У цвета в проекте есть не только название и HEX, но и назначение, носитель, условия просмотра и допуск на расхождение. Начните с краткого брифа: **что должно оставаться узнаваемым, где появится цвет, кто утверждает образец, как будет измеряться или сравниваться результат**. Для экранного интерфейса особенно важны читаемость и состояния элементов; для упаковки - материал, краска, освещение полки и повторяемость тиража. [ICC объясняет роль профилей \[95\]](#) как способа соединять данные устройств через определённые преобразования, а не как магическую гарантию одинакового вида.

Сценарий: одна марка, три носителя

Допустим, основной цвет макета - учебный терракотовый `#B54708` в sRGB. Это **авторский пример**, не спецификация существующего бренда. На сайте его можно применить к кнопке с белой надписью: для непрозрачной пары `#FFFFFF/#B54708` расчёт WCAG даёт приблизительно 5,43:1. Значит, пара проходит числовой порог 4,5:1 для обычного текста, но этим ещё не проверены фокус, размер кнопки, картинки под текстом и другие требования [WCAG 2.2 \[78\]](#).

Для фотографии коробки сохраните исходный профиль снимка; преобразуйте файл под согласованный путь публикации и проверьте изображение в браузере. Для самой коробки не отправляйте в типографию только `#B54708`: запросите профиль способа печати и бумаги, сделайте мягкую цветопробу, а затем физическую пробу. Параметры процесса и условия визуальной проверки должны быть согласованы. [ICC описывает RGB-процесс и мягкую цветопробу \[41\]](#); экранная симуляция полезна, но не заменяет утверждения физического образца.

Этап	Что сохранять	Что проверять
Цифровой мастер	Исходный файл, пространство/профиль, роль цвета	Правильная интерпретация чисел
Сайт	sRGB-код, при необходимости широкий вариант, пары текст/фон	Контраст, состояния, реальные дисплеи
Печатный макет	Профиль целевого процесса и бумагу	Выход за охват, теневые детали, нейтралы
Утверждение	Дату, свет, образец и допустимое расхождение	Совпадение в согласованных условиях

Три типичные ошибки

Переименование вместо преобразования. Если исходные каналы Adobe RGB просто назвать sRGB, они будут истолкованы иначе. **Слепой перевод в CMYK.** Общего CMYK для всех типографий нет: подложка и процесс меняют доступный охват. **Неверное ожидание от монитора.** Даже точно откалиброванный дисплей не создаёт фактуру, блеск и отражённый свет бумаги. При подготовке марки используйте экранный код как часть системы, а не как единственный эталон.

Паспорт фирменного цвета

Практическая карточка должна содержать: название роли, исходное описание цвета и пространство, допустимые цифровые варианты, контрастные пары, варианты для тёмной темы, параметры печати и физический эталон, дату проверки и ответственного. Если точный фирменный код другой компании не опубликован официально, не заменяйте его случайным HEX из сети. Объясняйте читателю, какой код - официальный, а какой - учебный.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XII. Цветовая система интерфейса: роли, токены, состояния

Почему список HEX не является системой

Палитра отвечает на вопрос «какие цвета доступны». Система отвечает ещё и на вопросы «зачем они нужны», «как меняются по состояниям» и «что происходит в другой теме». Удобно различать три уровня: исходные шкалы, смысловые роли и цвета конкретных компонентов. В формате [Design Tokens Color Module 2025.10 \[96\]](#) цвет токена хранит указание пространства и компоненты; это стабильный отчёт сообщества W3C, но не W3C Recommendation. Его формат - средство обмена, а не доказательство удачного визуального решения.

Учебная система для редакционного сайта

Используем авторские непрозрачные sRGB-пары, уже рассчитанные по формуле WCAG. Названия ниже - роли, а не эмоции. Для длинного текста берём #111827 на #FFFFFF (около 17,74:1). Информационную плашку - #1D4ED8 на #EFF6FF (около 6,16:1). Уведомление об ошибке - #B42318 на #FEF3F2 (около 6,05:1). Для кнопки магазина - белый текст на #B54708 (около 5,43:1). Эти числа относятся **только** к указанным парам непрозрачных цветов и обычному тексту; цвет кнопки, помещённой поверх фотографии или сделанной полупрозрачной, требует нового расчёта [WCAG 2.2: контраст текста \[78\]](#).

Уровень	Пример имени	Что фиксирует
Исходная шкала	rust-700	Цветовой ресурс, без назначения
Смысловая роль	action-primary-bg	Фон основного действия
Компонент	purchase-button-bg	Реализацию роли в одной кнопке

Имена в таблице - авторские примеры, не обязательный отраслевой стандарт. Смысловые токены упрощают изменение темы: компонент просит роль, а не случайный номер оттенка. При этом в макете нужно утвердить именно видимую пару, а не только правильное имя в файле.

Матрица состояний

Для кнопки зафиксируйте обычное состояние, наведение, нажатие, фокус, отключение и состояние загрузки. Для ссылки - обычное состояние, наведение, фокус и посещённость, если она поддерживается. Для поля ввода - обычное, фокус, ошибка, успешное заполнение, недоступность. Каждый вариант проверяйте на своём фоне. Нельзя передавать ошибку только красной рамкой: рядом нужен текст, символ или другое различимое сообщение [WCAG 2.2: использование цвета \[60\]](#).

Тёмная тема и пользовательские цвета

Тёмная тема не получается механической инверсией HEX: от неё меняются иерархия, воспринимаемая светлота, изображения и контрасты. Постройте отдельные пары для текста, поверхности, границ и статусов. Проверьте системное предпочтение темы, а также режим принудительных цветов. [CSS Color Adjustment 1 \[97\]](#) описывает, как браузер может заменить авторские цвета системной палитрой пользователя; важная информация и видимый фокус должны сохраняться и в этом режиме.

Протокол приёмки

Проверьте каждый токен в реальном компоненте, на светлом и тёмном фоне, при клавиатурной навигации, масштабировании страницы и в принудительных цветах. Отдельно смотрите графики, иллюстрации и фото: они способны разрушить рассчитанный на однотонном фоне контраст. Итогом должен стать не «набор идеальных оттенков», а воспроизводимое правило выбора и проверки цвета для новой страницы.

Тематический раздел XIII. Доступность цвета на реальных элементах

Три разных проверки

Порог контраста текста не является универсальным сертификатом доступности. [WCAG 2.2](#), критерий [1.4.3 \[78\]](#) оценивает текст на фоне. Критерий [1.4.11 \[98\]](#) касается необходимых для понимания графических объектов и элементов управления. Критерий [1.4.1 \[60\]](#) требует, чтобы цвет не был единственным визуальным способом сообщить смысл. Это разные вопросы: читается ли надпись; видна ли граница/иконка; понятна ли функция без распознавания оттенка.

Разбор формы

На форме заказа поле с ошибкой имеет красную рамку `#B42318` на светлой плашке `#FEF3F2`. Одной рамки недостаточно: добавьте рядом текст «Укажите адрес доставки», связанный с полем, и заметный фокус для клавиатуры. Если успешное поле имеет зелёную отметку, не полагайтесь только на зелёный: добавьте подпись или форму символа. На светлом фоне должен быть различим контур элемента; при назначении порогов учитывайте точную формулировку критериев и исключения WCAG, а не одну общую фразу «всё должно быть 3:1».

Разбор графика

Две линии окрашены красным и зелёным. Даже при достаточном контрасте с белым фоном пользователь может спутать их между собой. Дайте линиям разные маркеры или штрихи и подписи непосредственно у концов. Если площадь графика мала, проверьте его в фактическом размере на телефоне. Симуляция нарушения цветового зрения полезна как предварительный просмотр, но не доказывает, что все пользователи одинаково различат диаграмму. Для карт и непрерывных шкал применяйте отдельную проверку порядка светлоты и ложных границ; см. [Crameri и соавторы, 2020 \[86\]](#).

Разбор кнопки и ссылки

Белый текст на `#B54708` даёт примерно 5,43:1 на сплошной непрозрачной заливке. Но если кнопку сделать полупрозрачной поверх фотографии, итоговый фон изменится. Рассчитайте видимую пару в каждом положении либо добавьте непрозрачный слой. Ссылка внутри абзаца должна быть узнаваема и без различения оттенка - например, подчёркнута. Состояние фокуса должно оставаться видимым для клавиатуры. В режиме [принудительных цветов \[97\]](#) часть фоновых заливок и теней может исчезнуть: проверяйте структуру компонента, а не только исходный макет.

Что записать в отчёт тестирования

Для каждой проблемы укажите страницу, элемент, состояние, фактические цвета и фон, устройство/режим просмотра, критерий и снимок экрана. Затем повторите проверку после исправления. Не называйте всю страницу «соответствующей WCAG» по результату проверки девяти цветовых пар: кроме цвета существуют другие требования к структуре, навигации и взаимодействию.

Тематический раздел XIV. Браэм и психология цвета: что перенести в дизайн

Гаральд Браэм, Психология цвета (Москва: АСТ / Астрель, 2009; перевод М. В. Крапивкиной; 158 с.) - русский перевод книги Die Macht der Farben. Библиографические сведения доступны в [Google Books \[99\]](#); о немецком переиздании сообщает [издательство Elvea \[100\]](#). Нас интересует предложенный Браэмом способ рассматривать цвет одновременно как зрительное впечатление, культурный знак и дизайнерское решение. Примеры ниже - самостоятельный разбор его идей в сопоставлении с современными исследованиями.

Что в книге действительно ценно

Сильная сторона Браэма - не «магический словарь» значений, а постоянное возвращение к ситуации: цвет предмета, соседние цвета, культурная память, материал, ожидание покупателя и назначение сообщения работают вместе. На печатных с. 32-33 он прямо отделяет семейство красных оттенков от одной универсальной «красноты» и отмечает, что фон и соседство меняют впечатление. Для дизайнера это полезная постановка задачи. Слабая сторона - переход от образного наблюдения и частных демонстраций к слишком широким выводам о физиологии, наследуемых архетипах или терапии. Здесь такие выводы не становятся доказанными только потому, что опубликованы в книге.

Один HEX - разные роли

#C84B3B меняет впечатление вместе с площадью, соседством и текстом

01 / действие

Тема урока

Открыть

Малый акцент

02 / атмосфера

Большое поле

Цвет занимает весь экран

Иная визуальная нагрузка

03 / ошибка

Введите адрес

example@

Ошибка: адрес неполный

Авторская учебная схема. Не измеряет эмоции и не заменяет проверку контраста.

Один акцент, три разные задачи: роль фона, площади и текста

В схеме один и тот же акцент #C84B3B поставлен в три разные ситуации. Первый экран делает его маркером действия, второй - крупным эмоциональным полем, третий - сигналом ошибки. Это **не экспериментальные результаты** и не попытка измерить реакцию по HEX: рисунок показывает, почему нельзя назначить цвету один психологический эффект до определения роли.

Не «значение цвета», а карта возможных прочтений

У Бразма главы о красном, синем, жёлтом, зелёном, оранжевом, фиолетовом, коричневом, чёрном, белом, сером и серебряном образуют широкую культурную панораму. Полезнее превратить её в карту дизайнерских вопросов, чем в таблицу «цвет = эмоция». Варианты ниже сопоставляют темы книги с современным разделением ассоциации, предпочтения и поведения из [систематического обзора Jonauskaitė и Mohr \[62\]](#). Они не являются универсальными свойствами цветовых семейств.

Семейство	Две конкурирующие линии чтения	Что уточнить в брифе
Красный	Любовь, энергия, праздничность или опасность, ошибка, запрет	Это бренд, праздник, скидка или предупреждение? Какова площадь поля?
Синий	Даль, устойчивость, сосредоточение или холод, отстранённость, грусть	Это фон для длинного чтения, сервисный статус или эмоциональный образ?
Жёлтый	Свет, живость, заметность или утомляющая пестрота, предупреждение	Какова светлота фона и читается ли текст в реальном размере?
Зелёный	Рост, природа, разрешение или токсичность, искусственность, зависть	Не выдаёт ли знак «эко» неподтверждённое экологическое обещание?
Оранжевый	Контакт, тепло, игра или дешевизна, агрессивная промоакция	Нужен дружелюбный жест или сигнал срочности?
Фиолетовый	Ритуал, исключительность, фантазия или дистанция и искусственность	Есть ли у аудитории знакомый культурный код для такого решения?
Коричневый	Материал, земля, ремесло или грязь, старение, тяжесть	Считывается ли фактура как намеренная и добротная?
Чёрный	Графическая собранность, статус или потеря деталей и мрачность	Сохраняются ли иерархия и различимость состояний?
Белый	Пространство, чистота или стерильность, пустота	Нужен ли тёплый материал или более выраженная структура?
Серый и серебряный	Нейтральная опора, металл, технология или безличность	Это самостоятельный образ или фон для другого материала?

Таблица нужна для генерации альтернативных гипотез, а не для диагноза личности, национальности или покупательского поведения. Даже в исследованиях о связях цвета и эмоций результаты зависят от формулировок, категорий цвета и группы участников; выраженная ассоциация не доказывает изменение выбора товара. Исторические символы у Бразма следует подавать с указанием места и периода, а не распространять на всех людей.

Шесть идей Бразма, которые стоит развить, и шесть оговорок

1. **Цвет имеет варианты.** Из «красного» нельзя получить один точный ответ: коралловый, винный и сигнальный красный различаются по светлоте, насыщенности и контексту. В проекте фиксируйте оттенок, площадь, материал и освещение. Оговорка: само имя цвета не задаёт координату CIE или HEX.

2. **Соседство меняет впечатление.** Бразм описывает, как один цвет звучит рядом с другими. Это хорошее основание для макетного сравнения «одни цвета - разные роли». Оговорка: художественное «усиливает» не обязательно равно измеренному психофизическому эффекту.
3. **Символ может быть противоположным самому себе.** Красный у него связан и с жизнью, и с угрозой; это защищает от плоского словаря. Оговорка: конкретный смысл зависит от знака, текста и задачи, а не извлекается из плашки.
4. **Материал и ожидание взаимодействуют.** В книге приводится история о кажущемся весе одинаковых ящиков разного цвета (печатные с. 10-11). Позднее экспериментальное исследование [Huang, 2008 \[101\]](#) действительно изучало цвет стимула, освещение и воспринимаемую тяжесть у 42 студентов, но это не подтверждает именно числовую шкалу Бразма в килограммах и не даёт права обещать изменение фактического веса или продаж.
5. **Цвет может вызывать межсенсорные ожидания.** Его глава о вкусе, запахе и звуке (печатные с. 133-143) подсказывает полезные вопросы для упаковки и интерфейсов. [Обзор Spence \[102\]](#) рассматривает кроссмодальные соответствия; конкретный продукт, культура и форма стимула всё равно требуют проверки. Обычная ассоциация «цвет - вкус» не равна синестезии.
6. **Дизайнер должен ставить наблюдение выше догмы.** Заключительные страницы книги предлагают сравнивать контексты и развивать визуальную чувствительность. Мы переводим это в протокол с контрольными вариантами, а не в интуитивное «я чувствую аудиторию». Оговорка: мнение дизайнера - старт гипотезы, не результат пользовательского исследования.

Что нельзя без проверки переносить в современную книгу

Утверждение Бразма о том, что красный непременно ускоряет пульс, а синий непременно замедляет его, слишком категорично: физиологический ответ зависит от яркости, длительности, условий освещения, задачи и человека. Ещё менее надёжна напечатанная разница в **13 °C** между «тёплой» и «холодной» комнатой (с. 12-13): в самой книге не описан протокол, позволяющий принять эту величину как универсальную поправку к термостату. Более позднее [экспериментальное исследование теплового комфорта \[103\]](#) отмечает неоднозначность предшествующих результатов. Следовательно, красно-оранжевую комнату нельзя проектировать как замену отоплению.

Рассказ о «лечебных свойствах» зелёного и главы о цветотерапии (с. 143-149) следует оставлять в истории идей. Нельзя превращать цветовую палитру в назначение для лечения депрессии, булимии, боли или соматического заболевания. Если проект относится к клинике, измеряйте освещённость, безопасность, приватность, навигацию и опыт пациентов отдельно; медицинские утверждения требуют клинических исследований, которых процитированные книжные эпизоды не предоставляют.

Список «любимых цветов немцев» и отдельный список «цветов больных» на с. 150-152 не сопровождаются достаточным описанием выборки, даты, процедуры и анализа для современного обобщения. Тем более нельзя по цвету выбора пользователя заключать, болен ли он или каков его характер. Проверка восьмицветного теста Люшера на нескольких выборках в [исследовании Sugonyaev, 2019 \[104\]](#) не обнаружила устойчивых связей популяризируемых показателей с чертами личности. Астрологические и алхимические соответствия в конце Бразма - материал по истории символических систем, не психометрическая шкала.

Три практических сценария вместо декоративного списка HEX

Сначала задача, потом палитра

Цвета ниже назначены по ролям, а не по универсальным эмоциональным формулам

Обучение

Долгое чтение и навигация



#F5F3ED #202A2E

#245B78 #D99B62

Приоритет: читаемость

Навигация

Различные статусы



#FFFFFF #126B56

#A45412 #B42330

Приоритет: подписи

Материал

Фактура и происхождение



#EFE6D6 #2B2926

#6B4B38 #B66A44

Приоритет: честность

Авторские учебные sRGB-схемы. HEX - не рецепты печати и не доказанные психологические стимулы.

Три палитры как решения задач: образовательный сервис, навигация и продуктовая история

Образовательный сервис. Основа #F5F3ED, текст #202A2E, синий #245B78, мягкий акцент #D99B62. Светлый фон и тёмный текст решают задачу длительного чтения; синий работает как стабильный цвет ссылок и разделов, а оранжевый - как редкий указатель практического действия. Проверка: контраст всех текстовых пар, распознаваемость ссылок не только по цвету, чтение на мобильном экране. Не обещаем, что синий «улучшает обучение».

Сервисная навигация. Основа #FFFFFF, текст #18232B, статус успеха #126B56, предупреждение #A45412, ошибка #B42330. Здесь важна не «эмоция красного», а конвенция состояния. Каждое состояние получает подпись или пиктограмму; красный не используется как единственный носитель смысла. Проверка: фактический контраст текста, границ полей, фокуса и поведение при нарушениях цветового зрения. [WCAG 2.2, Use of Color \[60\]](#) прямо требует не полагаться только на цвет.

История материального продукта. Бумага #EFE6D6, основной текст #2B2926, древесный #6B4B38, акцент #B66A44. Коричневый здесь имеет смысл только вместе с фотографией материала, происхождением и честной фактурой упаковки. Для экологического заявления недостаточно зелёного или коричневого фона. Проверка: распознаётся ли материал без цветной подсказки, не подменяется ли фактическое свойство визуальной метафорой, работает ли палитра в печати. HEX - экранные учебные значения, не готовые CMYK-рецептуры.

Эти три схемы намеренно отличаются по функциям. Выбирать из них по одному слову «уютный» или «надёжный» бессмысленно: сначала формулируется действие читателя, после него назначаются цветовые роли и только потом проверяются ассоциации и эстетика.

Как проверить гипотезу из книги на своём сайте

1. Запишите один наблюдаемый результат: например, долю людей, которые правильно находят предупреждение, а не «цвет понравился».
2. Оставьте неизменными текст, размер, позицию, шрифт и изображение; меняйте один интересующий аспект цвета или явно моделируйте несколько факторов.
3. Сравните не только оттенок, но и светлоту, насыщенность и контраст: различие по тону не должно скрывать различие по читаемости.
4. Покажите готовый макет целевой аудитории, включая мобильный размер и реальные условия просмотра. Для редких событий или сегментов отдельно проверьте достаточность выборки.

5. Сохраните негативный или нулевой результат. Он полезен: универсальная «магия цвета» уступает место знанию о конкретном продукте.

Так из Браэма в энциклопедию переходят не его страницы и не невалидированные обещания, а самое продуктивное зерно: цвет - часть человеческого опыта, который нужно описывать одновременно культурно, зрительно и экспериментально.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XV. Палитра из задачи: практикум для дизайнера

Палитру удобно оценивать не по красоте ряда образцов, а по тому, решает ли она задачу страницы, упаковки или плаката. Начните с трёх предложений: что человек должен заметить первым; какую информацию сравнить; какое действие выполнить. Это авторский проектный метод, а не психологический тест. Он помогает превратить слова «современно», «спокойно» и «премиально» в решения, которые можно показать и проверить.

От брифа к ограничениям

Для сайта архитектурного бюро главным содержанием могут быть фотографии объектов; для сервиса доставки - адрес, срок и кнопка заказа. В первом случае активная палитра способна спорить со снимками, во втором нейтральное оформление без заметного действия затруднит поиск. Не назначайте одинаковое число акцентов всем проектам. Сначала составьте список носителей: телефон, большой экран, печатный лист, вывеска. Затем отметьте неизменяемые элементы: логотип, фотографии, обязательные сигнальные цвета, существующий интерфейс.

Соберите три направления, а не двадцать почти одинаковых оттенков. Например: нейтральная основа с одним холодным акцентом; тёплая основа с тёмным акцентом; контрастная двухцветная композиция. Показывайте направления на одном и том же макете. Иначе заказчик может выбрать фотографию или композицию, ошибочно назвав причиной цвет.

Сначала роли, затем оттенки

Рабочий минимум для редакционной страницы - фон, поверхность карточки, основной текст, вторичный текст, ссылка и основное действие. Ошибка, предупреждение и успех образуют отдельную смысловую группу. Цвет бренда не обязан одновременно быть цветом ошибки или всех графиков. В [системе IBM \[74\]](#) нейтралы занимают значительную часть интерфейса, а синий и дополнительные группы получают определённые задачи. Это пример организации конкретного бренда, не универсальная пропорция.

Роль в учебном макете	Цвет sRGB	Как использовать
Фон	#F6F4EE	Большая спокойная поверхность
Текст	#1D2528	Основное чтение
Основное действие	#163D52	Кнопка с белой надписью
Выделение	#F0C66C	Метка или плашка с тёмным текстом

Роль в учебном макете	Цвет sRGB	Как использовать
Поверхность	#FFFFFF	Карточки и поля

Эти цвета созданы для примера. Их смысл определяется назначением в макете. Жёлтая плашка может обозначать избранный материал, но не должна без пояснения превращаться в предупреждение на соседней странице. Если смысл меняется, меняйте роль или добавляйте явную подпись.

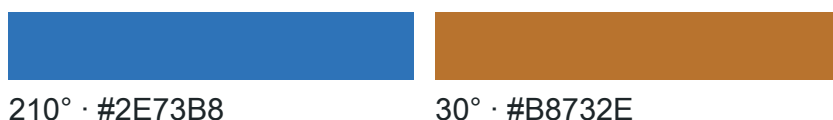
Схемы цветового тона: отправная точка

Аналоговая схема берёт соседние тона; комплементарная - противоположные; раздельно-комплементарная - два тона по сторонам от противоположного; триада - три равных угловых интервала. Это геометрические способы поиска вариантов. Они не гарантируют ни гармонии, ни читаемости. Результат зависит от выбранного круга: противоположность в HSL не равна противоположности на традиционном круге красок.

Аналоговая



Комплементарная



Раздельно-комплементарная



Триада



Четыре схемы тона в HSL: исходный угол 210 градусов, насыщенность 60 процентов и светлота 45 процентов. Цветовые полосы показывают только расположение тонов, а не готовые доступные интерфейсные палитры.

После выбора схемы измените светлоту и насыщенность под роли. В триаде не требуется делать три одинаково яркие кнопки: один тон может стать основным, второй - редким акцентом, третий - приглушённым фоном. Для оттенков одной семьи полезно сначала построить светлотную лестницу, затем проверить различимость соседних ступеней в реальных компонентах.

Почему HSL неудобен для равных визуальных шагов

Одинаковое значение L в HSL не обещает одинаковой воспринимаемой светлоты разных тонов. Поэтому численно симметричная палитра может выглядеть неуравновешенной. OKLCH позволяет отдельно управлять светлотой L, цветностью C и углом тона h; это удобные координаты для редактирования шкалы. Но и они не заменяют проверку готовой композиции. Цвет с заданными координатами может выйти за охват устройства, особенно при высокой цветности. Определения пространств и преобразований приведены в [CSS Color 4 \[9\]](#).

Практический порядок таков: выберите опорный тон; задайте светлые и тёмные ступени; уменьшайте цветность там, где цвет выходит за целевой охват; преобразуйте в sRGB для соответствующего варианта публикации; заново рассчитайте контраст окончательных кодов. Значение L из OKLCH нельзя подставлять вместо относительной яркости в формулу WCAG.

Проверка палитры на одной странице

Соберите длинный абзац, ссылку внутри него, карточку с фотографией, кнопку, поле с ошибкой и небольшую диаграмму. Уменьшите макет до фактического размера просмотра. Если все элементы требуют акцентного цвета, проблема может быть в иерархии, а не в недостатке оттенков. Уберите часть заливок, усильте типографику и расстояния. Затем проверьте каждый оставшийся цветовой сигнал: понятен ли он без легенды и не противоречит ли соседним элементам.

Оценку завершает не голосование за любимый цвет, а выполнение задачи: найти действие, прочесть подпись, различить статус. Субъективное предпочтение тоже можно измерять, но отдельным вопросом. Так обсуждение палитры становится разговором о наблюдаемом результате.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XVI. Цвет в композиции: фон, площадь и фотография

Почему образец обманывает

Один HEX описывает значение цвета, но не его окружение. Тёмная рамка, светлая страница, соседняя фотография и размер пятна меняют условия восприятия. Исследования цветового контраста, в частности [Lotto и Purves, 2000 \[105\]](#), рассматривают зависимость цветового вида от окружения. Для дизайнера практический вывод прост: утверждать нужно цвет в композиции, а не только в библиотеке образцов.



Фон #202020

Фон #E6E6E6

Оба центральных квадрата и перемычка: #808080

Одинаковые квадраты #808080 на фонах #202020 и #E6E6E6. Центральная перемычка имеет тот же #808080 и позволяет проверить физическую идентичность заливок.

Посмотрите сначала на два центральных квадрата отдельно, затем на соединяющую их полосу. Значения заливок одинаковы, хотя вид может различаться. Демонстрация не измеряет величину эффекта для каждого зрителя. Она показывает, почему перенос фирменного цвета со светлой визитки на тёмную упаковку требует отдельной оценки.

Управляйте светлотной иерархией

Разделите композицию на три уровня: главное, поддерживающее, фоновое. У главного должны быть достаточные отличия от окружения, но ими могут быть не только тон: помогают масштаб, светлота, свободное пространство и положение. Если заголовок, цена, кнопка и декоративная иллюстрация одинаково яркие, зрителю приходится самостоятельно выбирать начало чтения.

Просмотр в оттенках серого полезен для поиска потерянной иерархии, но не является симуляцией всех нарушений цветового зрения. Кроме того, разные способы обесцвечивания дают разные результаты. Используйте его как диагностический эскиз: если два уровня слились, выясните, нужна ли между ними светлотная разница или достаточно подписи, формы и расстояния.

Площадь важнее количества HEX

Два макета из одних и тех же трёх цветов могут выглядеть совершенно по-разному. Большое акцентное поле становится средой; маленькое - меткой. Популярное соотношение 60/30/10 можно использовать как упражнение, но не как научно установленный оптимум. Для статьи, плаката и товарной карточки распределение площадей будет разным.

Сделайте три версии: акцент только на действии; акцент на заголовочном блоке; акцент на большей части фона. Сравните, где сначала видны содержание и действие. Учитывайте насыщенные фотографии: они уже расходуют визуальное внимание, даже если не входят в формальный список фирменных цветов. Не пытайтесь компенсировать активное изображение ещё более яркими рамками вокруг каждого блока.

Палитра из фотографии: от отбора к системе

Автоматическая пипетка находит пиксели, но не назначает роли. Цвет, занимающий большую площадь снимка, может быть случайной стеной, а не смысловым центром. Выберите сначала объект, который должен поддерживать образ проекта: материал, одежду, архитектурную деталь. Отберите несколько характерных цветов вручную, затем разнесите их по функциям. Тёмный оттенок можно адаптировать для текста, светлый - для поверхности, небольшой насыщенный фрагмент - для акцента.

Не используйте полученные значения без изменений, если они мешают чтению. Палитра интерфейса должна поддерживать фотографию, а не дословно повторять её пиксели. Для серии снимков проверьте несколько крайних случаев: очень светлый, тёмный, тёплый и насыщенный кадр. Если один из них разрушает систему, предусмотрите альтернативный шаблон размещения.

Текст поверх изображения

Контраст определяется фоном непосредственно за буквами, а не средним цветом фотографии. Один светлый участок способен сделать белую надпись нечитаемой. Кадрирование на телефоне меняет положение таких участков. Надёжные решения: вынести текст на однотонную поверхность; добавить подложку; затемнить область текста контролируемым слоем; выбрать отдельный кадр для узкого экрана.

Тень вокруг букв не стоит считать универсальным исправлением. Проверяйте итоговый компонент во всех предусмотренных кадрированиях, включая загрузку другого изображения редактором сайта. Если контент меняется без участия дизайнера, зафиксируйте правила: безопасная зона, допустимые

варианты подложки и автоматический непрозрачный фон для проблемных случаев. Критерий читаемости текста описан в [WCAG 2.2 \[78\]](#).

Приёмка композиции

Показывайте решение одновременно крупно и в масштабе использования. На плакате проверяйте чтение с нужного расстояния; в интерфейсе - маленькие метки и плотные списки. Отдельно сравнивайте соседние страницы: цвет, удачный в одном экране, может потерять значение в серии. Система считается устойчивой, когда новый материал можно оформить без изобретения новой палитры для каждого случая.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XVII. Градиенты, прозрачность и тёмная тема

Градиент - это путь, а не два образца

Начальный и конечный цвета не описывают весь переход. Между ними выбирается путь в цветовом пространстве. Интерполяция закодированных каналов sRGB, линейного света и перцептуальных координат даёт разные промежуточные значения. Поэтому при передаче макета укажите не только края, но и способ смешения. Механизмы интерполяции определены в [CSS Color 4 \[9\]](#).

Равные шаги закодированного sRGB



Середина: #808080

Равные шаги линейного света



Середина: #BCBCBC

Переход от чёрного к белому: сверху равные шаги закодированного sRGB, снизу равные шаги линейного света. Средние образцы после округления до восьми бит - #808080 и #BCBCBC соответственно.

Здесь показаны девять отдельных образцов, а не непрерывная полоса: так проще сопоставить одинаковые позиции. Средняя точка линейного света соответствует половине светового уровня белого при нулевом чёрном в модели, но не половине субъективной светлоты. Не выбирайте способ смешения по слову «правильный»: для физического сложения света и декоративного перехода задачи различаются.

Что искать в цветном переходе

Посмотрите, не появился ли неожиданный серый или слишком яркий участок, не возникла ли видимая граница, не потерялись ли оттенки после экспорта. При движении по кругу тона возможны короткий и длинный пути. Обход через дополнительные тона может сделать переход выразительным, но одновременно изменить смысл шкалы данных. Для количественной диаграммы декоративная радуга и последовательная шкала не взаимозаменяемы.

Проверяйте градиент на целевых дисплеях и после сжатия изображения. Полосатость может зависеть от разрядности, кодирования и устройства. Добавление шума иногда маскирует ступени, но увеличивает визуальную фактуру и размер файла; это приём обработки, а не восстановление утраченных цветовых уровней. Для текста поверх градиента проверяйте весь участок, на котором могут оказаться буквы.

Прозрачность: сначала итоговый цвет

У полупрозрачного слоя нет единственного видимого HEX независимо от фона. Для непрозрачного фона и обычного наложения source-over итоговый канал в выбранном пространстве смешения имеет вид $C = \alpha \times C_{\text{слоя}} + (1 - \alpha) \times C_{\text{фона}}$. Цветовое пространство является частью условия расчёта. Для нескольких слоёв операцию повторяют снизу вверх; режимы multiply и screen требуют других правил. Их описывает [W3C Compositing and Blending \[106\]](#).

Учебный пример в закодированных каналах sRGB: чёрный слой с непрозрачностью 50% поверх белого даёт после округления #808080. Белый текст на таком фоне имеет контраст около 3,95:1 - недостаточно для обычного текста по порогу 4,5:1. При непрозрачности чёрного 60% получается #666666, а контраст белого - около 5,74:1. Это расчёт конкретной модели, не обещание для любого эффекта в графическом редакторе. Если прозрачность назначена всему контейнеру, она затронет также текст и результат будет другим.

Тёмная тема: сохраняйте функцию, а не число

В светлой теме тёмная ссылка может контрастировать с почти белой поверхностью. Та же ссылка на тёмном фоне исчезнет. Поэтому переносится роль «ссылка», а её значение меняется. Не инвертируйте фотографии и фирменные знаки автоматически: подготовьте предназначенные для тёмного окружения варианты. Пример автора ниже задаёт отдельные непрозрачные пары sRGB.

Роль	Светлая тема	Тёмная тема
Фон	#FFFFFF	#111827
Основной текст	#111827	#F9FAFB
Вторичный текст	#4B5563	#D1D5DB
Подчёркнутая ссылка	#1D4ED8	#93C5FD
Поверхность карточки	#F3F4F6	#1F2937

Проверяйте текст на обеих поверхностях, а не только на основном фоне. Небольшой разницы между фоном и карточкой может быть достаточно для декоративного разделения, но необходимая для распознавания граница элемента управления оценивается отдельно. В тёмном интерфейсе яркие акценты полезно рассматривать в окружении длинного текста: слишком много светящихся пятен разрушает иерархию.

Контроль состояний и темы

Составьте матрицу: светлая/тёмная тема × обычное состояние/наведение/фокус/ошибка/отключение. Для каждого состояния проверьте фон, надпись, иконку и границу. Затем включите принудительные пользовательские цвета: браузер может заменить авторские заливки. Не отключайте такую адаптацию ради сохранения декоративного вида без веской причины. Поведение режима описывает [CSS Color Adjustment](#) [97].

Завершайте проверку в работающем интерфейсе. Снимок макета не показывает клавиатурный фокус, переносы текста, пользовательское увеличение и изменение фотографии. Численный контраст - необходимая часть проверки, но не её единственный результат.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XVIII. Цвет в производстве: от утверждения до тиража

Что передавать вместе с макетом

Файл с красивой обложкой не объясняет, как она должна выглядеть на бумаге. Передайте назначение носителя, размеры, материал, способ печати, согласованный профиль, сведения о специальных красках и утверждённый образец. Назовите элементы, для которых совпадение особенно важно: логотип, нейтральный фон, цвет продукта. Порядок преобразований и ответственность за них нужно согласовать до экспорта.

Не устанавливайте один допустимый ΔE для всех работ по привычке. Допуск зависит от метода расчёта, условий измерения, материала и соглашения с производством. Если используется числовой допуск, укажите формулу цветового различия и условия, при которых сравниваются образцы. Визуальный образец без условий освещения тоже неполон: под другой лампой совпадение может измениться.

Назначить профиль или преобразовать

Назначение профиля меняет трактовку уже записанных чисел. Преобразование вычисляет новые числа для целевого пространства с целью передать цвет согласно выбранному алгоритму. Это разные операции. Если фотография выглядит странно, сначала выясните её исходный профиль, а не перебирайте профили до приятного результата. Общую архитектуру описывает [International Color Consortium](#) [95].

Храните исходник с профилем и отдельный производственный экспорт. Это позволяет повторить преобразование под другой материал, не используя уже ограниченный предыдущий СМΥК-файл как новый мастер. Не допускайте неоговорённых повторных преобразований на пути дизайнер - верстальщик - типография.

Чёрный текст и большая чёрная плашка

Мелкий чёрный текст и крупный тёмный фон - разные производственные задачи. Однокрасочный чёрный уменьшает зависимость мелких букв от совмещения нескольких красок. Для большой плашки составной чёрный может дать иной вид, но его рецепт зависит от процесса и ограничений суммарного красочного покрытия. Универсальную формулу «богатого чёрного» нельзя назначить по экранному HEX.

В InDesign стандартный образец [Black] со значением 100% по умолчанию может печататься с наложением; настройка не означает автоматического наложения всех объектов, выглядящих чёрными. Adobe отдельно описывает область действия [настройки overprint для чёрного \[107\]](#). Проверяйте конкретные объекты и настройки документа, особенно при импорте графики.

Наложение и выворотка

При выворотке под верхним объектом обычно освобождается место в нижних красках. При наложении нижние краски сохраняются, поэтому результат зависит от того, что находится под объектом. Это производственное поведение, а не просто прозрачность на экране. Ошибочное наложение может изменить цвет или сделать светлый объект невидимым. Проверяйте предварительный просмотр наложения и цветоделения, а не только обычный вид страницы.

Для белого текста на тёмном фоне особенно важны размер, начертание и ограничения процесса. Тонкие штрихи, хорошо выглядящие на мониторе, могут воспроизводиться иначе в печати. Минимальные размеры и толщины согласуйте с исполнителем. Не компенсируйте техническую проблему случайным утолщением всех надписей после утверждения: предусмотрите печатную версию заранее.

Проба и утверждение

Мягкая цветопроба помогает увидеть ожидаемые изменения при заданном профиле, но экран не воспроизводит фактуру, блеск, тиснение и все особенности отражённого света. Для критичных цветов нужен физический образец в согласованных условиях. При сравнении положите рядом пробу, эталон и материалы, которые будут соседствовать в готовом объекте. Не оценивайте упаковку только по фотографии в мессенджере.

Утверждая пробу, фиксируйте не расплывчатое «сделать чуть теплее», а элемент и желаемое изменение. Сохраните подписанный образец и параметры версии. Если после утверждения меняются бумага, ламинация или способ печати, предыдущая проба не подтверждает новый результат автоматически.

Контроль перед передачей

Проверка	Почему она нужна
Профили и назначение файлов	Исключить неверное прочтение чисел
Список печатных красок	Найти случайные дополнительные каналы
Цветоделения и наложение	Увидеть взаимодействие объектов
Мелкий текст и тонкие линии	Проверить воспроизводимость деталей
Изображения после преобразования	Проверить тени, нейтрали и важные цвета
Физический образец и условия просмотра	Сделать утверждение воспроизводимым

Паспорт цвета связывает дизайн с производством: экранный вариант, печатные условия, образец и область допустимых изменений. Он полезнее единственной таблицы RGB/CMYK без указания, откуда получены числа и для какого процесса они рассчитаны.

Тематический раздел XIX. Разбор интерфейса: действие, выбор и ошибка

Задача: записаться на консультацию

Рассмотрим авторский учебный экран. На нём есть описание услуги, выбор времени, поле электронной почты и кнопка «Записаться». Пользователь должен отличить выбранное время от доступного, найти ошибку адреса и понять, какое действие завершает запись. Палитру строим вокруг этих различий, а не вокруг пяти эмоциональных названий оттенков.

Нейтральная основа - белый #FFFFFF, основной текст - #111827. Для главного действия берём синий #1D4ED8; для выбранного времени - светло-синюю поверхность #EFF6FF, синюю рамку и слово «Выбрано». Ошибка получает красный #B42318, но её содержание сообщает текст «Проверьте адрес электронной почты». Синий и красный здесь обозначают роли в конкретной системе, а не измеренные психологические эффекты.

Обычное

Наведение

Нажатие

Фокус

Записаться

#1D4ED8

Записаться

#1E40AF

Записаться

#1E3A8A

Записаться

#1D4ED8

Учебные состояния кнопки: обычное, наведение, нажатие и клавиатурный фокус. Белая надпись сохраняется; фокус выделен внешней тёмной рамкой с белым зазором.

Состояние - это не случайный соседний оттенок

Состояние	Фон кнопки	Надпись	Контраст надписи
Обычное	#1D4ED8	#FFFFFF	6,70:1
Наведение	#1E40AF	#FFFFFF	8,72:1
Нажатие	#1E3A8A	#FFFFFF	10,36:1

Числа рассчитаны для непрозрачных sRGB-пар; при проверке порога используются значения без округления. Для этих трёх состояний достаточно сохранить белый текст и назначенные фоны. Но выбранный пункт, ошибка и фокус должны различаться также по форме или подписи: они несут информацию, которой не было в обычном состоянии.

Не требуйте контраста 3:1 между обычным и наведённым цветами кнопки только потому, что оба являются состояниями. Критерий WCAG 1.4.11 [98] относится к необходимой визуальной информации и соседним цветам, а не ко всем последовательным вариантам заливки. Проверять нужно видимость компонента и значимых признаков в каждом состоянии.

Фокус, выбор и ошибка могут совпасть

Человек выбрал время и переместил фокус на него клавиатурой. Если и выбор, и фокус показаны одной синей рамкой, эти состояния сливаются. Разведите их: выбор - подписью «Выбрано» и внутренней меткой; фокус - внешним контуром с зазором. Аналогично поле с ошибкой должно сохранять видимый фокус, когда человек возвращается исправлять адрес.

В учебной схеме тёмный контур #111827 отделён от синей кнопки белым зазором. Он рассчитан на белую поверхность; для тёмной темы требуется другая пара. Зазор не должен обрезаться контейнером. Проверьте также, не закрывает ли контур закреплённая панель. Более строгий критерий [Focus Appearance, WCAG 2.4.13 \[108\]](#) имеет уровень AAA: его нельзя выдавать за обязательный критерий AA.

Отключение не должно скрывать причину

Серая кнопка без объяснения вынуждает угадывать, что ещё требуется. В учебном сценарии рядом с недоступным действием можно показать «Выберите время консультации». Иногда понятнее оставить действие доступным и после попытки явно указать незаполненные поля; выбор зависит от сценария, а не от универсального правила про серый цвет.

Загрузка - тоже отдельное состояние. Надпись «Записываем...» и индикатор прогресса понятнее, чем внезапное потускнение кнопки. После завершения измените сообщение на «Вы записаны» и покажите дату. В работающем интерфейсе такие изменения должны быть доступны не только зрительно: цветовой макет не заменяет семантику элементов и уведомлений.

Что передать разработчику

Передайте матрицу состояний, допустимые фоны, пары текста и заливки, размеры фокусного контура, тексты ошибок и поведение при загрузке. Назовите токены по функции: `action-bg`, `action-bg-hover`, `focus-ring`, `error-text`. Не называйте смысловой токен `blue-700`, если он должен менять оттенок в другой теме.

Приёмка состоит из четырёх попыток: пройти форму мышью; пройти клавиатурой; намеренно ввести неверный адрес; отправить данные при медленном соединении. В каждом случае задайте один вопрос: какой признак сообщает текущее состояние и остаётся ли он понятным без распознавания оттенка? Это проверка законченного сценария, а не красивой таблицы цветов.

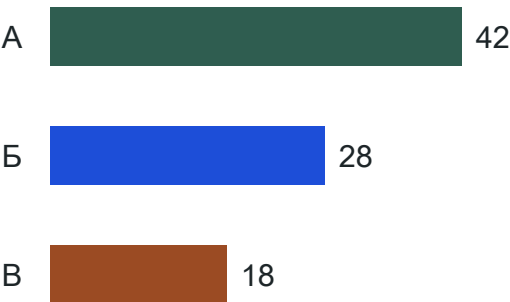
Тематический раздел XX. Практикум: цвет в отчёте и дашборде

Один график - один главный вопрос

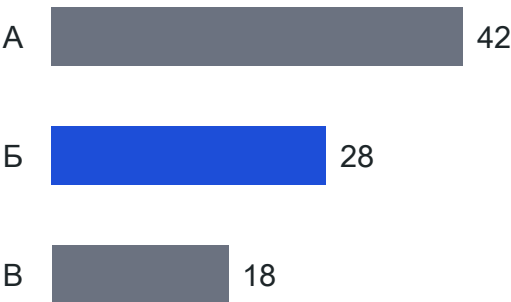
До выбора шкалы закончите предложение «Читатель должен увидеть...». Например: какой канал дал больше заявок; где показатель снизился относительно плана; как менялась загрузка по дням. Эти задачи требуют разных способов кодирования. Если цвет одновременно обозначает канал, величину и качество результата, легенда становится неоднозначной.

В учебном отчёте три канала дали 42, 28 и 18 заявок. Для сравнения количества достаточно длины столбцов и подписей. Три разных оттенка здесь необязательны. Если обсуждается канал Б, оставьте два столбца нейтральными, а Б выделите одним акцентом. Это редакционное выделение: оно показывает тему рассказа, а не дополнительную числовую переменную.

Категории имеют разные цвета



Обсуждаем канал Б



Длина = число заявок; начало = 0

Длина = число заявок; начало = 0

Один набор учебных данных: три канала с 42, 28 и 18 заявками. Слева каждый канал имеет свой цвет, справа один акцент выделяет канал Б. Длина столбцов в обоих вариантах одинакова.

Обязательно сообщите, что именно выделено. Подпись «Разбираем канал Б» предотвращает ошибочное чтение «синий означает лучший». Если обсуждается максимум, выделите максимум; если отклонение от плана - покажите план. Цвет не должен незаметно подменять вопрос, поставленный данными.

Тип шкалы следует из смысла величины

Последовательная шкала подходит для упорядоченной величины. Расходящаяся - для отклонений от содержательного центра. Качественная - для категорий без ранга. Такое разделение используется в [ColorBrewer \[87\]](#). Сначала определите тип переменной, затем выбирайте конкретную палитру.

Задача	Цветовое решение	Ошибка, которую нужно исключить
Нагрузка от 0 до 100%	Последовательная шкала с легендой	«Нет данных» выглядит как нулевая нагрузка
Отклонение от плана	Два направления вокруг нуля	Центр шкалы выбран ради симметрии, а не смысла

Задача	Цветовое решение	Ошибка, которую нужно исключить
Категории товара	Различимые категории и подписи	Более тёмный цвет случайно создаёт ранг
Обсуждение одного канала	Один акцент, остальные нейтральные	Акцент принимают за дополнительный показатель

Ноль, отсутствие данных и неприменимость

Ноль означает измеренное значение. Пропуск означает, что значения нет. «Неприменимо» означает, что показатель не определён для данного объекта. Если все три состояния закрасить белым, читатель не сможет восстановить смысл. Разведите их обозначениями: «0», «нет данных», «не применяется»; при необходимости добавьте штриховку или символ и объясните в легенде.

В тепловой карте пропуски можно сделать нейтральными, но нейтральный цвет не должен совпадать с важным центром расходящейся шкалы. При печати рисунок пропусков должен оставаться различимым. В интерактивном отчёте подсказка по наведению полезна, но не должна быть единственным способом узнать, почему ячейка пустая.

Сравнимость нескольких графиков

Если январь и февраль показываются рядом, одинаковый цвет должен означать одинаковый диапазон значений, когда задача - сравнение абсолютных величин. Автоматическое растяжение каждой карты от собственного минимума до максимума может сделать слабый и сильный месяцы визуально похожими. Если нормализация по каждому месяцу необходима, явно подпишите это: теперь сравниваются внутренние структуры, а не абсолютные уровни.

На серии слайдов сохраняйте соответствие категории и цвета. Если продукт А был синим, не превращайте его в оранжевый после сортировки легенды. Полезно хранить словарь категорий отдельно от порядка данных. Для новых категорий заранее определите поведение: дополнительный цвет, группировка «прочее» или другой тип графика. Бесконечное расширение палитры не решает проблему плотного отчёта.

Линии, карты и маленькие элементы

Тонкие линии требуют особенно внимательного просмотра в конечном размере. Дайте сериям прямые подписи у концов и, если нужно, разные штрихи или маркеры. На карте соседние области могут сливаться, хотя каждый цвет хорошо виден в большой легенде. Проверьте границы, небольшие островные области и подписи поверх заливки.

Цвет не исправляет неверную геометрию: сравнение столбцов требует честного масштаба, а карта больших территорий может визуально доминировать над маленькими независимо от населения. Если вопрос - сравнить точные значения, таблица или точечный график иногда полезнее эффектной заливки карты. Выбор формы представления предшествует украшению цветом.

Приёмка отчёта

Попросите читателя найти максимум, определить знак отклонения, назвать пропуск и сравнить два периода. Запишите ошибки отдельно от эстетической оценки. Проверьте экспорт в PDF, печать и показ на проекторе, если они входят в сценарий. Легенда, числовые подписи и единицы должны сохраняться даже тогда, когда оттенки передаются хуже ожидаемого.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XXI. Упаковка и айдентика: цвет в линейке продуктов

Разделите марку, вариант и статус

В линейке упаковок цвет решает как минимум три задачи: объединяет продукты одной марки; различает варианты; выделяет особое сообщение. Если один и тот же акцент одновременно означает вкус, скидку и новую серию, система быстро становится непонятной. До разработки составьте карту: что должно быть одинаковым на всех упаковках и что меняется от товара к товару.

Возьмём авторский пример чая: три варианта с названиями «Листовой», «С бергамотом» и «Травяной». Общая светлая поверхность и тёмная типографика связывают линейку. Цветная полоса различает варианты, а название прямо сообщает содержимое. Это условный учебный бренд: предложенные оттенки не являются научной формулой вкуса и не заменяют сведений о составе.



Учебная линейка упаковки: общий фон #F6F4EE, текст #1D2528 и одинаковое расположение элементов. Полосы #2F5D50, #5B4B80 и #9B4B23 различают три подписанных варианта.

Цветовая полоса не должна нести всю информацию

Название варианта размещайте в устойчивом месте и делайте читаемым на маленьком изображении товара. Если покупатель различает упаковки только по зелёной и коричневой полосе, ошибка возможна при слабом освещении, плохой передаче цвета и особенностях зрения. Повторите различие названием, рисунком ингредиента или иной независимой меткой. Изображение ингредиента при этом должно соответствовать реальному продукту и допустимой маркировке.

В учебном примере вся обязательная для выбора текстовая информация расположена на общей светлой основе. Поэтому при смене полосы не приходится заново выбирать цвет мелкого текста. Если надпись переносится на цветной участок, эту новую пару нужно проверять отдельно. Устойчивая архитектура линейки экономит решения, а не только количество красок.

Различаться с конкурентами или соответствовать категории

Это не бинарный выбор. Часть признаков помогает понять категорию, часть - найти конкретную марку. Сначала сфотографируйте или соберите в одном масштабе реальное окружение продукта. Отдельно отметьте цвет крупных полей, структуру названия, материал и форму упаковки. Затем решите, на каком уровне будет отличие: основной фон, цветовая полоса, графика или типографика.

Не объясняйте решение задним числом фразой «все зелёные упаковки вызывают доверие». Более точная аргументация: в выбранном окружении такая полоса отличается от соседних; общая поверхность объединяет серию; название читается на миниатюре. Это проектные гипотезы, которые проверяются на макетах. Научные обзоры сенсорного маркетинга, например [Krishna, 2012 \[82\]](#), рассматривают несколько взаимодействующих чувств, а не один независимый код цвета.

Расширение линейки

Проверьте систему не на трёх, а на восьми условных вариантах до утверждения. Это упражнение выявляет, где закончатся уверенно различимые цвета. Не обязательно выпускать восемь оттенков: возможно, потребуется разделить линейку на серии, добавить иллюстрации или изменить компоновку. Если оттенки отличаются только слегка, нельзя рассчитывать, что человек запомнит их по отдельности.

Сезонная версия должна сохранять узнаваемую основу. Заранее определите, что можно менять: полосу, иллюстрацию, небольшой знак. Не превращайте промоакцию в четвёртую независимую палитру поверх уже существующей. В интернет-магазине проверьте весь каталог одновременно: разрозненные карточки могут разрушить единство, которое хорошо выглядело на одной полке.

Материал - часть палитры

Белая мелованная бумага, небелёный картон и прозрачная плёнка не являются одинаковыми фонами. На прозрачной упаковке в композицию входит цвет содержимого. Металлическая фольга меняет вид с направлением света. Поэтому экранный эскиз с ровной заливкой - только описание замысла. Производственный образец должен включать реальный материал, покрытие и способ нанесения.

Сравнивайте варианты при планируемом освещении и в сборке. Отдельный плоский оттиск не показывает, как цветовая полоса переходит через сгиб и какая грань видна на полке. Для электронной торговли нужен также проверенный фотопроект: цвет товара на снимке не следует произвольно насыщать ради привлекательности.

Три задания для проверки линейки

Сначала попросите найти марку среди других. Затем - выбрать нужный вариант внутри марки. Наконец - повторить выбор по маленькой карточке без крупного просмотра. Это три разные задачи; успех в первой не гарантирует успеха в остальных. Фиксируйте, что помогло человеку: название, положение, цвет, рисунок или запомнившаяся форма. Так можно понять, какую часть системы действительно стоит сохранять при следующем расширении.

Тематический раздел XXII. Как обосновывать цвет и принимать решения

Показывайте решение, а не настроение

Презентация из пяти цветных квадратов перекладывает работу интерпретации на заказчика. Он вынужден воображать, как палитра станет сайтом или упаковкой. Покажите одинаковый набор носителей для каждого направления: первый экран, длинный текст, карточку с фотографией, небольшой знак и печатный элемент. Тогда сравниваются последствия решения, а не только симпатия к оттенкам.

В начале презентации верните обсуждение к задаче: например, отделить профессиональную серию от базовой, сохранить узнаваемость марки и сделать товарные варианты различимыми. Для каждого направления объясните, какой элемент отвечает за каждое требование. Фразы «синий означает надёжность» недостаточно: она не объясняет, почему выбран именно этот синий, в этой площади и рядом с этой типографикой.

Три уровня аргументов

Измеряемое: контраст конкретной пары, количество цветовых ролей, сохранение значения токена, результат поиска нужного элемента. **Наблюдаемое:** отличие от окружения конкурентов, повторяемость фирменного признака, устойчивость композиции на нескольких носителях. **Интерпретируемое:** ощущение сдержанности, технологичности, теплоты. Все три уровня полезны, но не стоит выдавать третий за физический закон.

Сформулируйте объяснение так: «Тёмный акцент выделяет действие на светлой поверхности; его повторяем в навигации; выбранное сочетание поддерживает желаемый сдержанный характер». Здесь отдельно названы функция, система и эстетический замысел. Если заказчик не согласен с последним, не приходится отрицать проверенный контраст или переделывать всю структуру.

Сравнение вариантов без лишних переменных

Показывайте варианты с одинаковыми текстами, размерами и фотографиями, когда обсуждаете именно цвет. Если различается вся композиция, называйте это сравнением дизайн-направлений. Перемешивайте порядок показа между участниками, чтобы первый вариант не получал постоянного преимущества знакомства. Не спрашивайте сразу «какой лучше»: сначала предложите конкретную задачу.

Для страницы записи это поиск кнопки и распознавание выбранного времени. Для упаковки - поиск варианта. Для графика - сравнение значений. После выполнения спросите об эстетическом впечатлении и причинах выбора. Так можно увидеть ситуацию, когда человеку нравится один вариант, а с задачей он справляется лучше в другом.

Как читать результат небольшого теста

Несколько бесед помогают найти непонятные обозначения и сформулировать гипотезы, но не устанавливают долю предпочтений всей аудитории. Если трое из пяти выбрали вариант А, это не основание обещать 60% покупателей. Для количественного сравнения заранее нужны главный показатель, план набора участников и критерий анализа. Не останавливайте сбор в тот момент, когда появился желаемый результат.

Различайте намерение купить и покупку, запоминание цвета и узнавание марки, скорость первого клика и успешное завершение сценария. История о повышении конверсии не должна основываться только на ответе «выглядит привлекательнее». Общие методологические ограничения исследований цвета обсуждает [Elliot, 2015 \[61\]](#).

Карточка принятого решения

Поле	Пример записи
Задача	Сделать основное действие заметным
Решение	Один акцентный фон для главной кнопки
Значения	#1D4ED8 и белая надпись
Основание	Расчёт контраста и проверка сценария
Граница применения	Светлая непрозрачная поверхность
Следующая проверка	Тёмная тема и экран с фотографией

Такую карточку храните в дизайн-системе. Она объясняет следующему дизайнеру не только «какой код», но и «почему здесь этот код». При изменении задачи решение можно пересмотреть без спора о личном вкусе. Для готовой книги или брендбука читателю достаточно итогового правила и примеров; внутренние протоколы согласования остаются в проектной документации.

Что считать завершённой цветовой системой

Она выдерживает новый текст, новую фотографию, длинное название, ошибку, тёмную тему и предусмотренный способ печати. У неё есть понятные исключения, а не бесконечные случайные оттенки. И главное: дизайнер может объяснить, какую работу выполняет каждый цвет и что случится, если этот цвет убрать. Такой вопрос обычно полезнее поиска ещё одной красивой палитры.

Тематический раздел XXIII. Цвет и типографика: читаемость без потери характера

Сначала текстовая иерархия

Цвет не обязан создавать все уровни текста. Заголовок можно отличить размером и начертанием, подпись - положением, ссылку - подчёркиванием. Если каждый уровень получает новый оттенок, документ становится пёстрым, а поддерживать систему трудно. Начните с одного хорошо читаемого цвета, выстройте иерархию типографикой и только затем добавляйте цветовые роли.

Для учебной статьи используем основной текст #111827, вторичный #4B5563, ссылку #1D4ED8 и белый фон. Вторичный текст остаётся содержимым, которое нужно прочитать: «вторичный» не означает «почти невидимый». Цена, срок доставки, подпись оси и условие акции не становятся декоративными только потому, что набраны мелко.

Светлый серый: ошибка и исправление

До: слишком светлая подпись

После: читаемая подпись

Доставка за 2 рабочих дня

Доставка за 2 рабочих дня

#9CA3AF · 2.54:1

#4B5563 · 7.56:1

Сравнение подписи на белом фоне. Слева #9CA3AF с контрастом 2,54:1, справа #4B5563 с контрастом 7,56:1. Размер текста в обоих примерах одинаков; меняется только цвет.

В этом примере исходный серый выглядит ненавязчиво, но не достигает порога 4,5:1 для обычного текста. Исправление - затемнить подпись, сохранив её небольшой размер и подчинённое положение. Иерархия не исчезает: она поддерживается композицией. Расчёт относится к непрозрачным цветам sRGB на белом фоне, а не к любому тексту с таким названием роли.

По WCAG 2.2, критерий 1.4.3 [78], обычному тексту требуется минимум 4,5:1, крупному - 3:1, с предусмотренными исключениями. Крупным считается текст не меньше 18 пунктов либо 14 пунктов при полужирном начертании; в CSS это примерно 24 и 18,67 пикселя соответственно. Название стиля «Заголовок» само по себе не даёт права применять меньший порог.

Тонкое начертание и маленький кегль

Численный контраст не описывает всю читаемость. При сглаживании тонкие штрихи могут выглядеть слабее, чем большая плашка того же цвета. Не исправляйте слишком тонкий мелкий текст исключительно затемнением: проверьте размер, начертание и качество шрифта на телефоне и настольном экране. В плотном интерфейсе сначала уберите необязательные подписи и распределите пространство. Уменьшение кегля и осветление текста ради «воздуха» часто лишь прячут перегруженность.

Цветная ссылка внутри абзаца

Ссылка должна читаться как часть текста и распознаваться как переход. Подчёркивание - устойчивый признак; отдельно предусмотрите фокус и посещённое состояние. Проверьте ссылку не только на белой странице, но и в цитате, информационной плашке и тёмной теме. В длинном абзаце насыщенные ссылки перетягивают внимание, поэтому не окрашивайте все ключевые слова в фирменный цвет.

Акцентный заголовок и длинное чтение

Цвет, выразительный в двух словах, не обязательно удачен для основного текста. Длинный цветной абзац проверяйте чтением. Градиент внутри букв требует проверки каждого участка и адаптивной версии: светлая часть может оказаться на тонком штрихе. Если смысл важнее эффекта, перенесите градиент в декоративную область, оставив надпись однотонной.

Белый текст на цветной поверхности

Не всякий насыщенный цвет достаточно тёмный для белой надписи. Жёлтая кнопка может быть заметной и одновременно плохо поддерживать белые буквы. Решение - тёмный текст, более тёмная заливка или другое размещение акцента. Цвет кнопки и надписи выбираются как пара.

Симптом	Что менять сначала	Что проверить после
Подпись почти не видна	Цвет и начертание	Контраст на фактическом фоне
Все слова выглядят одинаково важными	Размеры, интервалы, число акцентов	Порядок чтения
Ссылки не находят	Подчёркивание и последовательность оформления	Поиск перехода без наведения
Белый текст теряется	Пару надпись/заливка	Все состояния и поверхности
Длинный текст утомляет	Кегль, строку, интерлиньяж, контраст	Реальное чтение на устройстве

Проверка перед выпуском

Возьмите самую длинную подпись, короткий заголовок, абзац со ссылками, сообщение об ошибке и текст на кнопке. Проверьте их при увеличении масштаба, переносе строк и смене темы. Если цвет пропал, осталась ли понятная иерархия? Если он сохранился, не передаёт ли он противоречивый смысл? Хорошая связка цвета и типографики помогает читать и действовать, а не просто украшает страницу.

Тематический раздел XXIV. Психология цвета в реальном макете

Не один цвет, а несколько переменных

В психологическом брифе часто пишут «нужен спокойный синий». Это только начало описания. Для точного проектного решения укажите тон, светлоту, насыщенность, площадь, соседние цвета, материал и ситуацию просмотра. Один и тот же синий может быть небольшим знаком на белой странице, основным фоном приложения или подсветкой товара в тёмном помещении. Исход, который интересует дизайнера, также надо назвать: впечатление, узнавание, поиск элемента или завершение действия.

Систематический обзор [Jonauskaitė и Mohr, 2025 \[62\]](#) включил 132 эмпирические статьи, 42 266 участников и данные из 64 стран. Авторы обнаружили устойчивые закономерности соответствий между цветовыми категориями и эмоциями, но большинство соответствий были «многие ко многим». На картину влияли светлота, насыщенность и тон. Это основание задавать более точные вопросы к палитре, а не приписывать одному оттенку единственную эмоцию.

Три уровня дизайнерского утверждения

Формулировка	Что проверяется	Пример вопроса
Ассоциация	Какие слова человек связывает с образом	«Каким кажется этот сервис?»
Непосредственное переживание	Как человек описывает своё состояние после просмотра	«Изменилось ли ощущение напряжения?»
Поведение	Что человек делает в конкретной задаче	«Нашёл ли он нужную кнопку?»

Если участники называют оформление «спокойным», это не доказывает, что оно снизит физиологическое возбуждение или повысит продажи. Если яркая кнопка чаще получает клики, причина может заключаться в контрасте, площади или расположении. В книге [обзор Elliot, 2015 \[61\]](#) уже обсуждает методические ограничения; здесь они превращены в практическую схему формулирования решений.

Светлота, насыщенность и тон отвечают на разные вопросы

Возьмите два цветовых варианта одной карточки. Если одновременно изменить тон, светлоту и насыщенность, нельзя сказать, какой из признаков повлиял на впечатление. Для учебной проверки подготовьте три пары: в первой меняется преимущественно тон, во второй - светлота, в третьей - насыщенность. Сохраняйте одинаковыми текст, шрифт, размеры, фотографию и положение элементов. Результат относится к выбранным стимулам и аудитории, а не к «психологии синего вообще».

Такая дисциплина полезна и без лаборатории. Если насыщенный акцент «кричит», дизайнер может уменьшить его площадь либо насыщенность, не меняя фирменный тон. Если маркировка незаметна, сначала проверьте размер и светлотный контраст. Эмоциональная интерпретация важна, но её не следует смешивать с простой различимостью элемента.

Контекст меняет значение сигнала

Красный на этикетке ягод, красный в сообщении об ошибке и красный на кнопке срочного действия встречаются в разных смысловых окружениях. Форма, слова и ситуация помогают распознать функцию. Теория «цвета в контексте», обсуждаемая в обзорах [Elliot и Maier, 2014 \[109\]](#) и [Elliot, 2015 \[61\]](#), предлагает учитывать область применения и усвоенные связи. Её не следует понимать как таблицу предсказаний поведения любого пользователя.

Есть и важная проверка силы доказательств. Ранние сообщения о влиянии красного на решение интеллектуальных задач не стали надёжным основанием для общей дизайнерской инструкции. [Метаанализ Gnambs, 2020 \[66\]](#) оценил доказательства как ограниченные. Поэтому цвет ошибки уместно выбирать по ясности сигнала и доступности, а не по обещанию улучшить или ухудшить результаты теста.

Почему человеку нравится палитра

Предпочтение цвета может быть связано с предметами и опытом, которые он напоминает. [Palmer и Schloss, 2010 \[65\]](#) проверяли экологическую теорию предпочтений на конкретных образцах и оценках ассоциированных предметов. Из этой работы не следует, что цвет моря всем нравится одинаково. Для бренда важен вопрос: с какими объектами и ситуациями целевая аудитория связывает выбранное оформление сегодня? Ответ может отличаться по продуктовым категориям и культурам.

Пример: приглушённый зелёный в проекте мебели может напоминать древесину и природные материалы, но в интерфейсе финансового приложения тот же тон будет читаться рядом с числами, графиками и словами о доходности. Проверка узнаваемости или доверия должна использовать макет продукта. Отдельный зелёный квадрат не воспроизводит эти условия.

Мини-исследование для проекта

Допустим, дизайн команда выбирает цветовую роль для сервиса записи к врачу. Сначала сформулируйте вопрос: «Может ли пользователь без подсказки отличить подтверждённую запись от ожидания ответа?» Затем покажите две версии с одинаковым текстом и расположением, изменив только цветовое оформление статуса. Попросите человека назвать состояние и следующий шаг. После этого задайте отдельный вопрос о впечатлении от оформления.

Запишите ошибки понимания, время поиска и комментарии. Если статус читается только по оттенку, добавьте слова «Запись подтверждена» и «Ожидаем ответ». Если один вариант нравится больше, но чаще вызывает ошибку, эти результаты нужно обсуждать отдельно. Для медицинского интерфейса итоговая проверка требует реальных условий использования и специалистов предметной области; учебный пример не является клиническим исследованием.

Правило для брендбука

Вместо «синий вызывает доверие» запишите: «Синий выполняет роль главного опознавательного цвета; в проверенных макетах он отличает действие от нейтральных элементов. Восприятие образа оценивается на целевой аудитории». Такая запись объясняет, как пользоваться системой и что именно уже известно. Психологический эффект, которого не измеряли, не превращается в свойство HEX-кода.

Тематический раздел XXV. Цветовые модели: какую выбрать для задачи

Координаты не являются готовым впечатлением

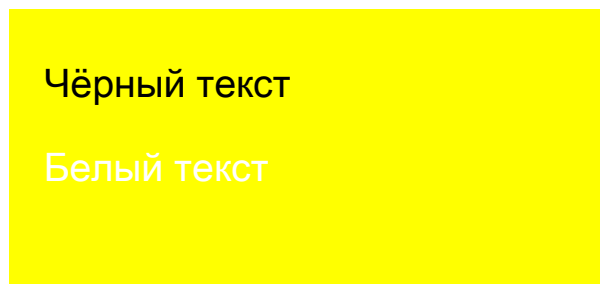
Цветовые модели решают разные задачи. Одни хранят числа для конкретного устройства, другие помогают редактировать оттенки, третьи описывают измеренное цветовое различие или прогнозируют вид при заданных условиях. Дизайнеру полезно знать, какие вопросы каждая модель способна поддержать, а какие требуют отдельной проверки.

Запись	Удобная задача	Что проверить дополнительно
HEX / sRGB	Передача непрозрачного экранного цвета	Фон, контраст, профиль и фактический экран
HSL / HSV	Быстрый выбор тона в RGB-интерфейсе	Светлоту восприятия и контраст
CIELAB / LCh	Измерение и обсуждение различий, связь с печатной пробой	Белую точку, метод ΔE и условия измерения
OKLab / OKLCH	Шкалы, цветовые переходы, редактирование тона и цветности	Охват sRGB и контраст конечных значений
CAM16 / CIECAM16	Прогноз коррелятов вида при заданных условиях наблюдения	Корректность параметров просмотра и реализации
HCT	Построение тональных палитр в системе Material	Реальные выходные RGB и пары текста с фоном

Таблица является практической навигацией по моделям, а не рейтингом «лучшей» из них. CIELAB и LCh уже разобраны в главах 18-19, HSL и HSV - в главе 28, sRGB - в главе 29. Здесь показаны связи между этими описаниями в одном рабочем процессе.

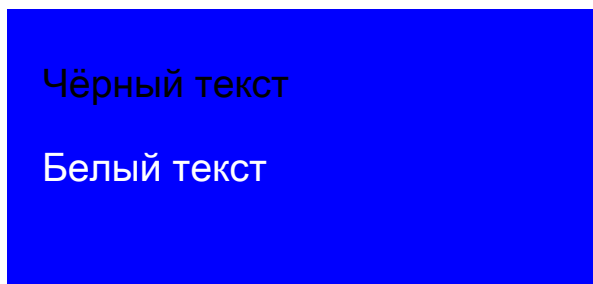
HSL: одинаковая L не даёт одинакового контраста

Одинаковое HSL L = 50%



Жёлтый #FFFF00

Чёрный 19.56:1 · белый 1.07:1



Синий #0000FF

Чёрный 2.44:1 · белый 8.59:1

Жёлтый #FFFF00 и синий #0000FF имеют HSL L=50%. Контраст чёрного текста на них различается: 19,56:1 и 2,44:1. Контраст белого текста также различается: 1,07:1 и 8,59:1.

Оба образца имеют одинаковую HSL-светлоту 50%, но воспринимаются и работают с текстом по-разному. Нельзя строить шкалу доступности по ползунку HSL L без расчёта выходных цветов. Числа на схеме получены по формуле относительной яркости из [WCAG 2.2 \[78\]](#) для непрозрачных sRGB-пар. Порог проверяется по неокруглённому значению.

OKLCH: удобные ручки для цветовой шкалы

В OKLCH координаты описывают светлоту L, цветность C и угол тона h. Пространство разработано для более ровной работы с изображениями и переходами; исходную постановку и ограничения объясняет [Björn Ottosson \[110\]](#). В [CSS Color 4 \[9\]](#) заданы `oklab()` и `oklch()`, интерполяция и правила отображения цвета в охват устройства. Это полезный инструмент, но одинаковые шаги L не означают, что вся композиция воспринимается идеально равномерной.

Учебная последовательность для нового интерфейса: выберите центральный тон; создайте несколько ступеней L; уменьшайте C у самых светлых и тёмных цветов, если выходите за sRGB; зафиксируйте итоговые HEX; проверьте текст на каждой фактической поверхности. При уменьшении C могут меняться видимый тон и выразительность, поэтому готовую шкалу просматривают в составе компонентов.

Важная тонкость: `oklch(70% 0.25 250)` задаёт координату, а не гарантированный код sRGB. Нельзя просто отсечь каждый выходящий канал к 0 или 255 и объявить результат той же точкой. Способ отображения в охват влияет на цвет; спецификация CSS описывает соответствующие алгоритмы. Для фирменного цвета документируйте и исходную координату, и утверждённый экранный вариант.

CIELAB и измерение образца

Когда типография и заказчик сравнивают физические образцы, запись Lab без указания условий неполна. Нужны профиль или метод получения координат, белая точка, освещение, геометрия измерения и выбранная формула цветового различия. Даже точное ΔE не решает вопрос о том, допустимо ли отличие для конкретного материала и бренда. Для экранной версии создайте отдельные выходные значения; прямое копирование чисел Lab в RGB невозможно.

LCh является цилиндрической записью Lab. Угол тона в CIELCh и в OKLCH не обязан совпадать численно для одной поверхности. Если поменять подпись столбца без преобразования, палитра станет другой. То же относится к HCT: его тон и цветность определяются собственной моделью, поэтому числа из OKLCH нельзя механически вставить в HCT.

Модель внешнего вида и условия просмотра

Обычный HEX не содержит сведений о яркости окружения, адаптации и белой точке. [CIE 248:2022 \[111\]](#) описывает CIECAM16 как модель коррелятов цветового вида с учётом условий просмотра, полезную в управлении цветом для фотографических отпечатков и самосветящихся дисплеев. Это специализированный расчёт с параметрами среды, а не новый набор декоративных HEX.

[Material Color Utilities \[112\]](#) использует НСТ: тон и цветность из CAM16 и тональную координату на основе L^* . Реализованный цвет может иметь меньшую цветность, чем запросил дизайнер, поскольку доступный охват ограничен. Это удобно для получения согласованных тональных вариантов; итоговые пары всё равно проверяются в конкретном интерфейсе.

Короткий выбор в проекте

Для сайта публикуйте проверенные sRGB HEX и, при необходимости, отдельные значения для широкого охвата. Для создания шкалы работайте в OKLCH, но утверждайте выходные цвета. Для печатного эталона пользуйтесь профилями, измерением и пробой. Для сложного переноса вида между условиями просмотра обращайтесь к специалисту по управлению цветом и модели внешнего вида. Название модели на ползунке не заменяет проверку задачи читателем или пользователем.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XXVI. Три решения, в которых цвет легко переоценить

1. Кнопка заметна, но не понятна

Дизайнер усилил насыщенность кнопки, однако пользователи всё равно не завершают запись. Причина может быть в тексте действия, порядке полей, расположении или непонятном следующем шаге. Сначала проверьте, могут ли люди сформулировать ожидаемый результат нажатия. Затем сравните варианты цвета при одинаковых тексте и расположении.

Рабочий пример: на светлой странице две кнопки рядом - «Подробнее» и «Записаться». Вместо двух одинаково насыщенных заливок оставьте одно главное действие; второстепенному дайте спокойную форму. После изменения проверьте, не изменилась ли частота неправильных переходов. Вывод относится к иерархии данного экрана. Нельзя объявлять, что выбранный синий «увеличивает конверсию» вне этого сценария.

2. Цветовая линейка распадается на новых товарах

Три продукта ещё различались по оттенку, а после добавления восьми варианты стали похожими. Уточните, что человек должен распознавать быстрее: марку, группу или конкретный вариант. Создайте уровни: постоянная композиция марки, форма группового обозначения, читаемое название варианта. Цвет оставьте одним из признаков.

Тестируйте линейку в масштабе карточки магазина, в ряд на полке и на реальном материале. Если различие держится только на небольшом сдвиге тона, подпись и форма должны брать на себя большую часть работы. Научная работа о предпочтениях цветовых пар [Schloss и Palmer, 2011 \[75\]](#) показывает, что оценки зависят от расположения фигуры и фона; отдельные плашки не описывают готовую упаковку.

3. Красивая шкала создаёт ложную разницу

В отчёте два близких значения оказались по разные стороны яркой границы радужной палитры. Читатель видит резкое изменение, хотя числа отличаются мало. Вернитесь к главному вопросу графика: нужно ли показать порядок, знак отклонения или категории? Для порядка используйте последовательную шкалу с управляемым ходом светлоты и подписями; для отклонений от содержательного нуля - расходящуюся.

Если показываются отдельные категории, не кодируйте их оттенками одной светлотной лестницы без объяснения: она может намекать на несуществующий ранг. [Crameri, Shephard и Heron, 2020 \[86\]](#) описывают, как неравномерные шкалы и ограниченная доступность искажают научную коммуникацию. Для делового отчёта принцип тот же: читатель должен восстановить отношение между числами, а не следовать декоративному переходу.

Карточка решения для дизайнера

Вопрос	Что записать
Что человек должен понять или сделать?	Конкретную задачу и правильный исход
Какую роль играет цвет?	Опознавание, порядок, акцент, состояние или фон
Что ещё передаёт смысл?	Слова, форма, расположение, подписи
Где решение будет работать?	Устройство, материал, освещение, размер
Что подтвердит успех?	Понятность, ошибки, скорость, предпочтение - отдельно

Карточка нужна до подбора красивого оттенка. Если непонятно, на какой вопрос отвечает цвет, добавление ещё одного оттенка редко помогает. После утверждения зафиксируйте конкретные пары и условия применения, а не только список HEX. Это делает систему пригодной для следующего дизайнера и нового носителя.

Тематический раздел XXVII. Атлас исправлений: восемь решений «до и после»

Изменение цвета имеет смысл только вместе с задачей. Ниже восемь учебных макетов: они показывают, какое решение принять, какую пару HEX проверить и чего нельзя заключать из одной картинки. Это не результаты пользовательского эксперимента и не универсальные готовые палитры. Числа контраста относятся к указанным непрозрачным парам sRGB и округлены до сотых; критерии WCAG 2.2 для текста [78] применяются с оговорёнными исключениями.

1. Мелкая подпись, которая исчезает

До: вспомогательный текст #9CA3AF на #FFFFFF выглядит изящно, но пара даёт лишь 2,54:1. **После:** #4B5563 на том же фоне даёт 7,56:1 и сохраняет спокойную иерархию. Для обычного текста ориентир WCAG AA - 4,5:1, для крупного - 3:1. Сам по себе высокий коэффициент не доказывает удобочитаемость: проверьте размер, шрифт, длину строки и работу в реальном масштабе.

2. Жёлтая кнопка с белой надписью

До: белый #FFFFFF на жёлтом #F4C430 даёт 1,64:1. **После:** тёмный #111827 на том же жёлтом даёт 10,80:1. Цвет кнопки можно сохранить, изменив именно цвет надписи. Проверьте отдельно обычное, наведённое, нажатое и отключённое состояния; контраст одного состояния не покрывает весь компонент.

Атлас решений · 1-2

Подпись на белом

ДО

ПОСЛЕ

Текст

Текст

#9CA3AF / #FFFFFF · 2.54:1

#4B5563 / #FFFFFF · 7.56:1

Кнопка на жёлтом

ДО

ПОСЛЕ

Записаться

Записаться

#FFFFFF / #F4C430 · 1.64:1

#111827 / #F4C430 · 10.80:1

Пары 1 и 2: подпись и жёлтая кнопка до и после исправления

3. Ошибка формы, обозначенная лишь красным

До: поле обведено #B42318 и больше ничем не отличается; человек должен догадаться о причине ошибки. **После:** тот же красный служит дополнительным сигналом, рядом появляется знак ! и сообщение «Ошибка: укажите адрес». Поставьте сообщение у нужного поля и свяжите его с полем программно. Требование WCAG «Использование цвета» [60] относится к передаче смысла, а не к запрету красного.

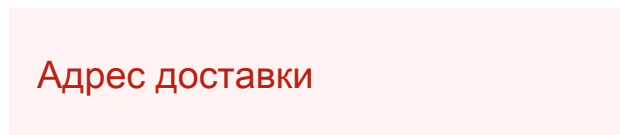
4. Две линии графика, различимые только по тону

До: линии #B42318 и #067647 обозначены лишь цветом. **После:** подпишите линии непосредственно («Продажи», «Возвраты»), разведите маркеры или тип штриха и оставьте читаемую легенду. Сравнение не должно требовать отличать красный от зелёного. Цвет может ускорять чтение, но информация сохраняется и без него. Цвет линий и подписи проверяют на фоне графика отдельно.

Атлас решений · 3-4

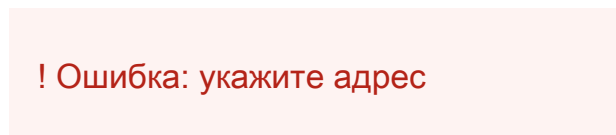
Состояние формы

ДО



Только красный контур

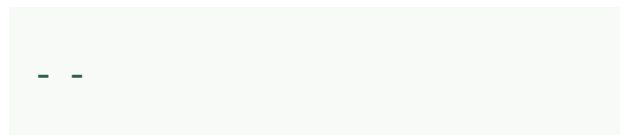
ПОСЛЕ



Красный + знак + сообщение

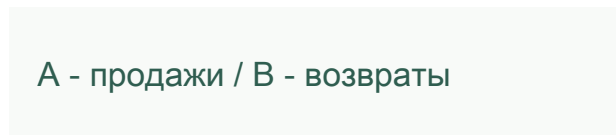
Категории графика

ДО



Только цвет линии

ПОСЛЕ



Прямые подписи серий

Пары 3 и 4: состояние формы и две серии графика

5. Белый заголовок поверх случайного кадра

До: белый текст размещён на участке #808080; для такой пары контраст 3,95:1, а на другом кадре фон может стать светлее. **После:** текст помещён на непрозрачную тёмную плашку #202020, где контраст с белым составляет 16,29:1. Если нужен полупрозрачный градиент, рассчитывайте итоговый составной фон в каждой контрольной точке, а не контраст с исходным HEX оверлея. В живой галерее проверяйте разные изображения и кропы.

6. Тёмная тема как простая инверсия

До: вторичная подпись #6B7280 на #111827 даёт 3,67:1. **После:** #D1D5DB на том же фоне даёт 12,04:1. В тёмной теме роли и состояния нужно подбирать заново: тот же акцент, тени, границы и отключённые элементы могут выглядеть иначе. Не переносите все цвета светлой темы численной инверсией.

Атлас решений · 5-6

Плашка на фото

ДО



Белый на #808080 · 3.95:1

ПОСЛЕ



Белый на #202020 · 16.29:1

Тёмная тема

ДО



#6B7280 / #111827 · 3.67:1

ПОСЛЕ



#D1D5DB / #111827 · 12.04:1

Пары 5 и 6: текст на изображении и тёмная тема

7. Товарная линейка, где варианты отличаются только оттенком

До: один и тот же макет различается цветом плашки; на миниатюре или полке пользователь не может уверенно определить вариант. **После:** сохраняется цвет группы, но на лицевой стороне крупно указано название, а при необходимости добавлены форма и позиция маркера. Проверка: показать упаковки в размере карточки магазина, затем на расстоянии просмотра полки. Нужна задача распознавания, а не опрос «какая палитра красивее».

8. Согласование печати по экранному HEX

До: заказчик утверждает #A65F3F на некалиброванном экране и ждёт точного повторения на матовой бумаге. **После:** в спецификации есть целевой носитель, печатный профиль, тип освещения, допустимое отклонение и утверждённая цветопроба. HEX остаётся экранным референсом, а не обещанием одинаковой поверхности. [ICC описывает профильный рабочий процесс \[41\]](#), но конкретное качество тиража зависит от производства и согласованного контроля.

Атлас решений · 7-8

Линейка товара

ДО

Вариант

Только цветная плашка

ПОСЛЕ

Травяной чай

Название варианта + цвет

Печать упаковки

ДО

#A65F3F

Утверждение по экрану

ПОСЛЕ

Утверждённая цветопроба

Профиль + материал + свет

Пары 7 и 8: товарная линейка и подготовка к печати

Как использовать атлас

Для каждого решения зафиксируйте: **задачу** → **сообщение** → **роль цвета** → **точную пару и носитель** → **проверку**. Расчёт контраста уместен для читаемости, но не измеряет узнаваемость марки, ясность инструкции или соответствие отпечатка. Когда меняются одновременно текст, расположение и цвет, нельзя приписывать весь эффект только цвету.

Тематический раздел XXVIII. Различия цветового зрения и доступные цветовые системы

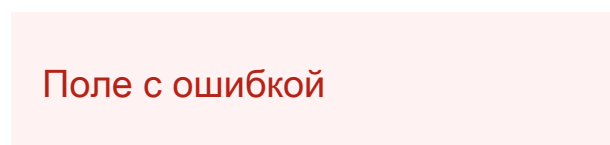
«Дальтонизм» не обозначает один одинаковый режим зрения. [Национальный институт глаза США \(NEI\) \[113\]](#) различает нарушения красно-зелёного и сине-жёлтого различения, а также редкие формы почти полного отсутствия цветового зрения. Внутри красно-зелёной группы есть разные варианты и степени. Поэтому «палитра для дальтоников» как единственный набор из нескольких HEX - недостаточная спецификация.

Что может потеряться в интерфейсе

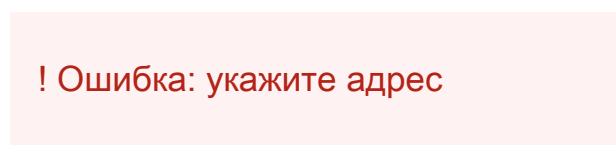
Когда два состояния кодируются только красным и зелёным, пользователь может не различить их или не понять, какой цвет означает успех. Проблема возникает и без нарушений цветового зрения: маленькие плашки, блики на экране, плохое освещение и низкая яркость ухудшают различение. [WCAG 2.2, критерий 1.4.1 \[60\]](#) требует, чтобы цвет не был единственным способом передать информацию, указать действие, запросить ответ или различить элемент. Это критерий смысла. Отдельные критерии регулируют контраст текста и необходимых нетекстовых элементов.

Доступность: сигнал не держится на оттенке

Только цвет



Цвет + знак + текст



Линии графика: А и В



А - продажи

В - возвраты

Сообщение об ошибке и график: цвет дополняется словом и обозначением

Практические варианты дублирования

Ситуация	Только цвет	Дополнительный канал
Ошибка формы	Красная граница	Сообщение у поля, знак, связь с полем в коде
Статус заказа	Зелёная или красная точка	«Готов», «Требуется действия» и последовательное положение
График	Разные оттенки линий	Прямые подписи, разные маркеры и тип линии

Ситуация	Только цвет	Дополнительный канал
Карта	Красно-зелёные зоны	Легенда с числами, подписью и различной текстурой
Выбор варианта товара	Цветная миниатюра	Название и видимое состояние выбора

Текстуру, штриховку и маркер надо проверять в реальном размере. Едва заметный узор на мобильной карте не спасает различение. Для длинных рядов графика уменьшайте число одновременно видимых серий или делайте интерактивное выделение выбранной серии, сохраняя её прямую подпись.

Три проверки вместо одной симуляции

Сначала - смысл без оттенка. Переведите макет в монохромное представление или временно отключите цвет и спросите: можно ли восстановить ошибку, выбранный пункт, направление изменения? Это эвристика: монохромная картинка не является моделью любого вида цветового зрения.

Затем - измеримый контраст. Для обычного текста WCAG AA устанавливает минимум 4,5:1, для крупного 3:1; для необходимых визуальных частей интерфейса и графических объектов критерий 1.4.11 [98] обычно требует 3:1 к соседним цветам. Считайте конечные непрозрачные цвета после смешения и проверяйте конкретную пару. Прохождение отдельного порога не равно доступности всего экрана.

Наконец - люди и контекст. Симулятор может помочь найти риск, но не заменяет тест с людьми с различными особенностями зрения. Задайте реальную задачу: «Найдите ошибку», «Назовите серию с максимальным значением», «Выберите нужную версию товара». Записывайте долю ошибок и место остановки, а не только впечатление от палитры.

Компонентная спецификация

Для критического состояния задавайте не только `error = #B42318`, а как минимум пару текста и фона, иконку или знак, формулировку сообщения, состояние фокуса, расположение и поведение при ошибке. Иконка без подписи тоже может быть двусмысленной; цвет без подписи - тем более. В аналитике и картах особенно важно отделять числовую шкалу от категорий: шкала должна сохранять порядок, категории - различимость без ложного ранга.

Тематический раздел XXIX. Цвет на материале и при разном свете

Дизайнер часто согласует цвет по экрану, а зритель встречает его на бумаге, ткани, пластике или окрашенном металле. Экран излучает свет, предмет отражает падающий свет. Один HEX без цветового пространства, профиля и условий просмотра не описывает ожидаемый вид материального объекта. ICC в руководстве по RGB-процессу [41] показывает, почему профили и управляемые преобразования нужны между устройствами.

Один замысел, несколько поверхностей

Матовая бумага рассеивает отражение; глянцевая плёнка даёт заметные блики; ткань меняет восприятие с фактурой и направлением волокон. Плашки ниже - **схема**, а не физически точная симуляция этих материалов: различие невозможно надёжно передать несколькими экранными HEX. Перед запуском нужно сравнить реальные образцы.

Один числовой код не описывает готовый предмет

Экран



sRGB / дисплей

Матовая бумага



профиль + освещение

Глянцевая плёнка



блик + фактура

Макет → профиль → проба → сравнение при рабочем свете

Схема перехода от экранного кода к материалу, цветопробе и просмотру

Метамеризм: совпало здесь, разошлось там

Два образца могут казаться одинаковыми под одним источником света и разными под другим: их спектральные отражения могут отличаться, хотя видимое совпадение достигнуто в конкретных условиях. CIE определяет индекс метамеризма [114] как меру несовпадения метамерных образцов при изменении источника или наблюдателя. Практический вывод: если упаковка будет стоять и при дневном свете, и под магазинными светильниками, утверждение только под одним светом неполно.

Цветовая температура в кельвинах сама по себе не описывает спектр лампы. Два источника с похожим «тёплым» видом могут по-разному выявлять различия между материалами. Поэтому в спецификации полезно называть конкретный свет или тип условия просмотра и проверять образцы вместе, а не по памяти.

Рабочий маршрут для упаковки и айдентики

1. **Определите приоритетный носитель.** Логотип на сайте, этикетка на матовой бумаге и окрашенный корпус могут иметь разные допустимые приближения. Согласуйте, какой из них эталон.
2. **Зафиксируйте цифровое представление.** Укажите цветовое пространство и профиль исходника. #A65F3F без оговорки означает лишь sRGB-пример этой книги, а не универсальный спектральный цвет.
3. **Получите пробу на целевом материале.** Проверьте используемые чернила, покрытие, ламинат или ткань. Настольная распечатка на другой бумаге не подтверждает тираж.
4. **Сравните под релевантным светом.** Посмотрите образцы рядом, затем отдельно. Уточните, как будет выглядеть белый материал: «белый фон» экрана и белизна бумаги не обязаны совпадать.
5. **Утвердите критерий приёмки.** Цветопроба, измерение при согласованных условиях и допустимые отклонения должны быть понятны исполнителю до запуска. Если требуется строгий колориметрический контроль, согласуйте с производством подходящую метрику и метод измерения, а не произвольное число ΔE без условий.

Где особенно легко ошибиться

Фотография образца в мессенджере зависит от освещения, камеры, автоматического баланса белого, сжатия и экрана получателя. Она годится для обсуждения формы и дефектов, но не для окончательного согласования цвета. **Точное совпадение на одном мониторе** не гарантирует совпадение на другом мониторе или после печати. **Одинаковый HEX на двух материалах** не является доказательством одинакового восприятия: у материалов разный физический ответ на свет. Для решения о выпуске нужен реальный образец в реальном условии просмотра.

Тематический раздел XXX. OKLCH на практике: от координат до HEX и контраста

OKLCH описывает цвет координатами светлоты **L**, хромы **C** и угла тона **h**. Хрома здесь не тождественна насыщенности **S** в HSL. OKLCH удобен при проектировании согласованных ступеней, но не превращает результат автоматически в доступную палитру. Экран показывает RGB, а часть запрошенных координат OKLCH не помещается в sRGB. [W3C CSS Color 4 \[9\]](#) описывает пространства OKLab/OKLCH и работу с цветовыми диапазонами; здесь приведён отдельный **учебный** расчёт с прозрачным правилом отображения в sRGB.

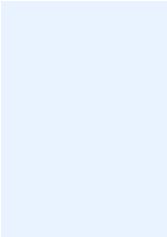
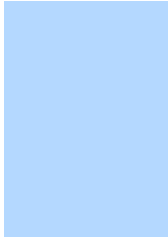
Задача

Построим семь ступеней синего с постоянным углом $h = 250^\circ$. Запрошенные пары L/C: 0.96/0.03, 0.87/0.07, 0.76/0.11, 0.64/0.14, 0.52/0.15, 0.39/0.14, 0.27/0.11. Ступени рассчитаны по формулам [Бьёрна Оттоссона](#), автора OKLab [110], затем преобразованы в sRGB и округлены до 8-битных каналов.

Если исходный цвет выходит за диапазон sRGB, в этом примере **уменьшается только C** при фиксированных **L** и **h** до границы диапазона. Это простая проектная эвристика, а не обещание идентичного результата всем алгоритмам CSS gamut mapping, редакторам или профилям. После округления HEX фактические координаты могут слегка сдвинуться.

Ступень	Запрошено L / C	После уменьшения C	HEX sRGB	Контраст с белым
1	0,96 / 0,030	0,01973	#E8F3FF	1,12:1
2	0,87 / 0,070	0,06637	#B4D8FF	1,48:1
3	0,76 / 0,110	0,11000	#79B6F4	2,14:1
4	0,64 / 0,140	0,14000	#3F90DD	3,36:1
5	0,52 / 0,150	0,14719	#006BB9	5,52:1
6	0,39 / 0,140	0,11039	#00467D	9,67:1
7	0,27 / 0,110	0,07643	#00274A	15,12:1

OKLCH: семь ступеней одного тона, $h = 250^\circ$

						
#E8F3FF	#B4D8FF	#79B6F4	#3F90DD	#006BB9	#00467D	#00274A
L 0.96	L 0.87	L 0.76	L 0.64	L 0.52	L 0.39	L 0.27
C 0.020	C 0.066	C 0.110	C 0.140	C 0.147	C 0.110	C 0.076

Семь рассчитанных ступеней синего OKLCH с HEX и итоговой хромой

Как превратить шкалу в интерфейсную систему

Для обычного белого текста не берите ступени 1-4: их контраст с белым меньше 4,5:1. Ступень 5 (#006BB9) даёт 5,52:1, ступени 6-7 - ещё больше. Для тёмного текста #111827 ситуация обратная: ступени 1-4 дают соответственно 15,79:1, 12,00:1, 8,29:1 и 5,28:1; ступень 5 уже 3,21:1 и не годится для обычного тёмного текста по порогу 4,5:1. Эти значения относятся к **тексту на цветной заливке**, а не к соседству двух плашек.

Практическое распределение: ступени 1-2 - слабые фоны и выделенные блоки с тёмным текстом; 3-4 - более заметные поверхности с тёмным текстом; 5 - основная синяя кнопка с белой надписью; 6-7 - плотные акценты и контуры. Но роль зависит от размера, соседних цветов, состояния и визуальной иерархии. Семь тонов одной оси нельзя автоматически назначить семи категориям графика: близкие категории будут выглядеть как уровни одной упорядоченной шкалы.

Проверка после расчёта

1. Проверяйте контраст **после** gamut mapping и округления до HEX: исходное `oklch()` не равно гарантированному экранному пикселю.
2. Для полупрозрачной заливки сначала вычислите результат смешения с конкретным фоном; прозрачность не имеет самостоятельного контрастного отношения.
3. Проверяйте реальные состояния - hover, focus, disabled, dark theme - как отдельные пары. Контраст надписи и контраст границы элемента решают разные задачи.
4. При работе за пределами sRGB сохраняйте пространство и профиль, а для широкой аудитории сайта предусмотрите проверенное sRGB-представление. Нельзя просто скопировать числовые каналы другого цветового пространства в HEX и ожидать того же цвета.

Тематический раздел XXXI. Цвет изображения от камеры до сайта и видео

Фирменная плашка, фотография товара и кадр ролика могут иметь похожий цвет на экране дизайнера и расходиться после публикации. Причина не обязательно в «плохом мониторе»: важны исходное цветовое пространство, профиль файла, преобразование, цветовой охват экрана и режим SDR/HDR. ICC описывает [41] управляемый маршрут от источника через профили к разным носителям. Для видеопроизводства ITU-R BT.2100 [44] задаёт параметры HDR-телевидения, включая PQ и HLG. Это разные рабочие задачи, а не два новых названия для HEX.

Сквозной пример: товарная карточка и короткий ролик

У учебной марки терракотовая кнопка #B54708 и фотография упаковки того же общего оттенка. Число #B54708 означает пример в sRGB для интерфейса. Оно не задаёт цвет каждого пикселя фотографии, красителя на упаковке или HDR-видео. Для карточки подготовьте мастер-фотографию с известным профилем, согласованную экранную версию sRGB и отдельную широкогамутную версию только тогда, когда она действительно нужна и проверена. Для ролика укажите рабочее пространство, SDR или HDR, формат передачи и контрольный просмотр; не перекодируйте PQ/HLG как обычное sRGB-видео.

Изображение: один мастер, разные версии



Исходник
Профиль известен



Мастер
Правки с профилем



Сайт SDR
Экспорт sRGB

Дополнительно: P3 и HDR - отдельная проверенная поставка

Сравнение: товар / фото / UI / целевой экран

Маршрут изображения: профильный мастер, версии SDR и широкий охват, проверка рядом с интерфейсом

Что дизайнер должен передать вместе с файлами

Элемент	В спецификации	Проверка
UI-цвет	#B54708, sRGB, роль и фон	Итоговый пиксель и контраст на странице
Фото товара	Исходный профиль, экспортная версия, фон и кроп	Рядом с образцом товара и UI на целевых экранах
Широкогамутное фото	Пространство и встроенный профиль	Нормальный вид на P3 и согласованный вид на sRGB

Элемент	В спецификации	Проверка
Видео	SDR/HDR, преобразование и метаданные доставки	Просмотр SDR- и HDR-версии на соответствующих устройствах

Для веб-цветов [CSS Color 4 \[9\]](#) описывает `color(display-p3 ...)` и отображение цветов вне охвата. [Media Queries 5 \[115\]](#) определяет проверку (`color-gamut: p3`), но соответствие этому условию означает лишь приблизительную возможность устройства и браузера, не гарантию точного эталонного вида.

Практический порядок: сначала работоспособный sRGB-вариант, затем дополнительный P3-вариант и проверка обоих. Не копируйте численные каналы P3 в HEX: это не перевод между пространствами.

Четыре ловушки выпуска

Потерян профиль. Числа RGB без указания пространства неоднозначны; проверьте, не удалён ли профиль при экспорте. **Изображение и CSS-плашка не совпали.** Даже при близких числах участки фото содержат фактуру, свет и тени, а CSS-плашка однородна; сравнивайте их в итоговой композиции, а не по пипетке одного пикселя. **HDR приняли за «более насыщенный sRGB».** HDR включает иную обработку яркости и требует правильной цепочки производства и доставки. **Контраст посчитали по источнику.** Если поверх фотографии лежит текст, измеряйте его на финальных кадрах, после градиента, кадрирования и отображения.

Приёмка состоит из двух разных решений: технически корректно ли переданы файлы и достаточно ли похож результат для данного продукта. Первое проверяют профилями и воспроизведением; второе - реальным просмотром, материалом и согласованным допуском. Ни один одиночный HEX не решает обе задачи.

Тематический раздел XXXII. Цветовая система от макета до кода

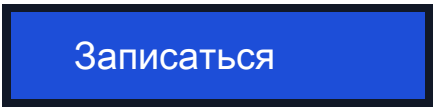
В большой системе цвет живёт не в списке «20 удачных HEX», а в цепочке **исходный цвет** → **смысловая роль** → **компонент** → **состояние** → **тема**. Смена одного исходного оттенка не должна случайно менять ошибку формы, ссылку и фон баннера. Спецификация [Design Tokens Format \[116\]](#) описывает ссылки между токенами; [Color Module \[96\]](#) - данные цветовых токенов. Это отчёты сообщества W3C, не стандарт WCAG и не гарантия доступности автоматически.

Сквозной пример: кнопка записи в двух темах

В светлой теме основная кнопка имеет фон #1D4ED8 и белую надпись #FFFFFF: расчёт контраста даёт 6,70:1. В тёмной теме для той же **роли** выбраны #93C5FD и #111827: контраст 9,84:1. Сохранена функция «основное действие», но не число. Фокус получает видимую внешнюю обводку и проверяется отдельно. Выключенное состояние не должно быть единственным способом сообщить, почему действие недоступно.

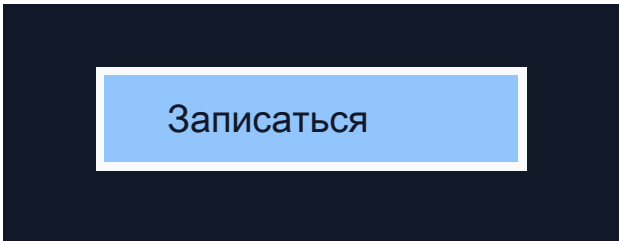
Одна роль, две темы, разные значения

Светлая тема



#1D4ED8 / #FFFFFF
Контраст: 6.70:1

Тёмная тема



#93C5FD / #111827
Контраст: 9.84:1

Одна смысловая роль кнопки в светлой и тёмной темах, с отдельным состоянием фокуса

Уровень	Пример имени	Светлая тема	Тёмная тема
Исходный	blue.700, blue.300	#1D4ED8	#93C5FD
Смысловой	action.primary.bg	#1D4ED8	#93C5FD
Смысловой	action.primary.text	#FFFFFF	#111827
Компонентный	button.primary.background	ссылка на action.primary.bg	та же ссылка, иная тема
Состояние	button.primary.focusRing	#111827	#F9FAFB

В таблице исходный токен показан упрощённо: именование «700/300» - условный масштаб, а не универсальная светлота. Реальный токен должен иметь тип, значение и понятную область применения.

Не плодите отдельный HEX для каждой кнопки, если компоненты действительно выполняют одну роль; и не объединяйте цвета с разным смыслом лишь потому, что сегодня они совпали.

Минимальный маршрут в реализации

Дизайнер утверждает пару роль/тема и состояния, затем разработчик создаёт ссылки вроде `--color-action-primary-bg: var(--blue-700)` и `--color-button-primary-bg: var(--color-action-primary-bg)`. Для тёмной темы переопределяется **смысловой** токен, а компоненты продолжают ссылаться на него. Проверяйте итоговые вычисленные цвета в браузере, а не только значения в файле токенов: наследование, прозрачность и состояния могут изменить реальную пару.

Минимальный фрагмент реализации показывает именно связь роли и темы, а не готовую библиотеку компонентов:

Место	Иллюстративная CSS-запись
Корневые значения	<code>:root { --blue-700: #1D4ED8; --action-bg: var(--blue-700); --action-text: #FFFFFF; }</code>
Тёмная тема	<code>[data-theme="dark"] { --action-bg: #93C5FD; --action-text: #111827; }</code>
Компонент	<code>.button-primary { background: var(--action-bg); color: var(--action-text); }</code>

Фокус, hover и disabled в этой миниатюре намеренно не «наследуются автоматически»: для них нужны отдельные правила и проверка. Если несколько компонентов используют одну роль, правка смыслового токена меняет их совместно; поэтому такие правки требуют визуальной регрессии на всех потребителях роли.

При включении принудительных системных цветов браузер вправе заменить авторские заливки. [CSS Color Adjustment \[97\]](#) описывает `forced-colors` и системные цвета; не ставьте `forced-color-adjust: none` на весь интерфейс ради сохранения фирменной палитры. Если у фокуса была только цветная тень, она может исчезнуть: предусмотрите видимую границу или системный цвет.

Матрица выпуска

Проверьте **светлая/тёмная/принудительные цвета × обычное/hover/focus/active/error/disabled × текст/иконка/граница/фон**. Эта матрица не требует 72 разных HEX: она требует убедиться, что смысл и контраст не теряются в допустимых сочетаниях. Для текста ориентируйтесь на [WCAG 2.2, 1.4.3 \[78\]](#), для необходимых графических частей - на [1.4.11 \[98\]](#); исключения и фактические соседние цвета надо учитывать отдельно. Финальная передача включает таблицу токенов, образцы компонентов, правила тем, результаты проверок и владельца изменения палитры.

Тематический раздел XXXIII. Названия цвета в каталоге и карточке товара

Для бренда «Северный туман» может быть хорошим именем коллекции, но покупателю также нужно понять, синий ли перед ним товар. Название, фильтр, фотография, HEX-превью и физический образец выполняют разные функции. Исследование [Chou и соавторов \[117\]](#) показывает, что реакция на типичное или нетипичное название зависит, среди прочего, от важности цвета как свойства продукта. Это результаты конкретных экспериментов, а не правило «креативные имена всегда продают лучше».

Сквозной пример: три варианта одного предмета

Для учебной линейки настольных ламп зададим стабильный идентификатор варианта, понятное покупателю имя и широкую цветовую категорию. HEX здесь лишь **приблизительный экранный образец**, не измерение окрашенного металла.

Код	Название на карточке	Категория фильтра	Экранный образец
L-01	Тёмно-зелёный «Хвойный»	Зелёный	#2F5D50
L-02	Пыльно-синий «Северный»	Синий	#70889A
L-03	Тёплый серый «Камень»	Серый	#9C9A91

Товарная линейка: имя + категория + образец



L-01 · Хвойный

Фильтр: Зелёный

#2F5D50 (sRGB)



L-02 · Северный

Фильтр: Синий

#70889A (sRGB)



L-03 · Камень

Фильтр: Серый

#9C9A91 (sRGB)

Три варианта каталога: цветной образец, текстовое название и категория фильтра

Показывайте название рядом с образцом в каждом месте выбора: на карточке, в фильтре, в корзине и в заказе. После выбора состояние должно быть видно не только по цветной рамке. На фото товара сохраняйте материал и фактуру; плоский SVG-образец не заменяет фотографию. Если два варианта выглядят близко на маленькой карточке, увеличьте изображение и добавьте текстовое различие, а не выдумывайте более «дальний» цвет образца.

Две системы названий, одна идентичность товара

Торговое имя создаёт характер и может быть локализовано. **Нормализованная категория** помогает фильтровать и сравнивать. SKU остаётся стабильным между языками; при переводе нельзя молча менять вариант товара. Для выгрузки в торговые сервисы проверьте их текущие требования. Например, [Google Merchant Center \[118\]](#) требует согласовывать значение атрибута `color` с названием на посадочной странице и использует его для фильтров. Это правило конкретной платформы, а не универсальная психологическая закономерность. Не отправляйте в товарный атрибут только HEX вместо человеческого названия.

Как проверить название

Попросите участников без подсказки найти «тёмно-зелёную лампу», затем вариант «Хвойный» и назвать выбранный цвет после закрытия карточки. Измерьте ошибки поиска, путаницу между вариантами и несовпадение ожиданий с реальным образцом. Тестируйте названия вместе с фотографией и ценой как в реальном магазине, а затем отдельно - чтобы понять, что именно помогло. Если исследуется влияние **самого имени**, меняйте имя при неизменных фото, расположении и цене; иначе эффект нельзя приписать слову.

Договорённость внутри команды

Для каждого варианта заведите одну строку данных: стабильный SKU, название на каждом языке, основную категорию фильтра, ссылку на утверждённое изображение, экранный цвет образца, материал и дату проверки. Эта строка должна питать карточку, корзину, подтверждение заказа и экспорт товара. Так уменьшится риск, что в фильтре вариант называется «зелёным», в корзине - «оливковым», а на упаковке - «Хвойным» без связи между ними.

Не переводите торговое имя буквально, если образ перестаёт быть понятным: локализованный текст может отличаться, пока SKU и физический вариант остаются теми же. При изменении настоящего оттенка товара сохранение старой фотографии или старого HEX-превью вводит в заблуждение. Обновите весь ряд представлений и повторите сравнение с утверждённым образцом на материале. Публикация цветового варианта - это управление данными и ожиданиями покупателя, а не только выбор красивого имени.

Тематический раздел XXXIV. Цвет во времени: переходы, статусы и вспышки

Статичная палитра не описывает интерфейс, где цвет меняется после нажатия, при загрузке или ошибке. Здесь важны не только начальный и конечный HEX, но и длительность, площадь изменения, повторяемость, сохранение сообщения и пользовательские настройки. Особенно осторожно обращайтесь с быстрыми вспышками: WCAG 2.2, критерий 2.3.1 [119] ограничивает их число или требует соответствия порогам для общей и красной вспышки. Простого правила «красный можно на 100 мс» из этого критерия не следует.

Сквозной пример: отправка формы

После нажатия «Отправить» кнопка переходит из #1D4ED8 в спокойное состояние ожидания #1E40AF, появляется слово «Отправляем». После ответа результат **остаётся** на экране: «Заявка отправлена» или «Ошибка: попробуйте ещё раз». Ни зелёный, ни красный не являются единственным сообщением. Цветовой переход можно убрать без потери смысла, потому что текст и состояние компонента сохраняются.

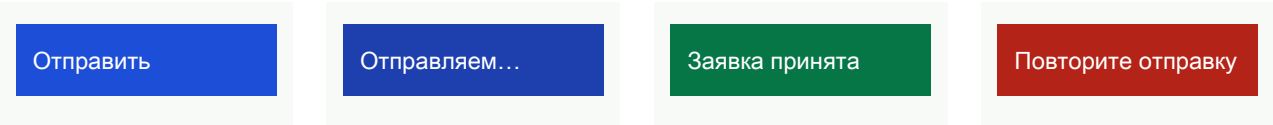
Состояние должно сохранять смысл без движения

1. До действия

2. Ожидание

3. Успех

4. Ошибка



#1D4ED8

#1E40AF

#067647

#B42318

Цвет + постоянное текстовое сообщение; вспышка не нужна

Статическая временная схема состояния формы: до отправки, ожидание и подтверждение

Момент	Видимое сообщение	Цветовая роль	Что проверить
До действия	«Отправить»	Основное действие #1D4ED8	Контраст, фокус, понятность
Ожидание	«Отправляем...»	Та же семантика; #1E40AF	Нет ли ложного повторного нажатия
Успех	«Заявка отправлена»	Акцент подтверждения #067647	Текст виден и после перехода
Ошибка	«Ошибка: повторите отправку»	Акцент ошибки #B42318	Сообщение связано с действием

Если в учебной схеме надпись остаётся белой #FFFFFF, контраст с четырьмя указанными фонами равен соответственно 6,70:1; 8,72:1; 5,69:1; 6,57:1. Это проверка статичных состояний кнопки, а не

доказательство безопасности анимации между ними. Измерение промежуточных кадров нужно отдельно, если там остаётся текст или значимый знак.

Конкретные длительности анимации не выводятся из психологии цвета как универсальный оптимум. Подбирайте их по задаче и проверяйте наблюдением: заметил ли человек изменение, не воспринял ли ожидание как зависание, может ли продолжить работу. Для больших ярких областей не используйте мерцание как способ привлечь внимание.

Уважайте настройки человека

Для необязательной анимации предусмотрите статичное или сокращённое поведение при `prefers-reduced-motion: reduce`; **техника W3C C39 [120]** показывает такое применение для анимации, вызванной взаимодействием. Это не отменяет отдельную проверку всплывающих уведомлений: предпочтение уменьшения движения нельзя считать разрешением показывать опасное мерцание до того, как пользователь найдёт переключатель. В режиме принудительных цветов сообщение должно оставаться понятным по словам и форме, когда фирменные цвета заменены системой.

Проверка перед выпуском: запишите последовательность состояний, снимите видео экрана для кадрового просмотра, измерьте контраст на **каждом устойчивом состоянии**, проверьте текст после завершения перехода и отдельно оцените возможные всплывающие уведомления по полному критерию WCAG. Не обещайте безопасность по одному скриншоту: временное поведение в нём отсутствует.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XXXV. Карточки исследований для дизайнера

Карточка связывает дизайн-вывод с конкретным методом. «Обнаружена связь» не означает «цвет гарантированно вызовет действие». Размер выборки приводится только там, где он указан в доступном первичном источнике. Нормативный документ и методическая статья обозначены отдельно от эксперимента.

Предпочтение и эмоции

1. Предпочтение оттенка связано с опытом предметов

Источник: Palmer и Schloss, 2010 [65]. **Что изучали:** оценки цветов и связанных с ними объектов в лабораторных заданиях. **Масштаб:** в основном эксперименте 48 участников; рассматривались 32 цветовых стимула. **Для дизайнера:** образ предметов и контекст могут объяснять предпочтение лучше, чем формула «красный = возбуждение». **Граница:** лабораторная оценка цвета не измеряла выбор бренда или покупку.

2. Гармония и симпатия к паре - не одно и то же

Источник: Schloss и Palmer, 2011 [75]. **Что изучали:** оценки предпочтения и гармонии сочетаний фигуры и фона; один из экспериментов включал 48 участников и 992 комбинации. **Для дизайнера:** «гармоничная» пара не обязана быть самой желанной для конкретного сообщения. **Граница:** простые цветовые поля не равны странице с текстом, изображениями и задачей.

3. Цвето-эмоциональные связи одновременно сходны и локальны

Источник: Jonauskaitė и соавторы, 2020 [63]. **Что изучали:** ассоциации 12 цветовых терминов с 20 эмоциями у 4598 человек из 30 стран и 22 языковых групп. **Для дизайнера:** возможны общие тенденции, но локальную аудиторию всё равно следует проверять. **Граница:** опрос ассоциаций не показал, что интерфейс вызывает эмоцию или меняет поведение.

4. Обзор не превращает цвет в универсальную кнопку эмоций

Источник: Jonauskaitė и Mohr, 2025 [62]. **Тип:** систематический обзор работ о цвето-эмоциональных связях. **Для дизайнера:** полезнее говорить о вероятностных и множественных ассоциациях, чем закреплять одно «значение» за каждым цветом. **Граница:** агрегирование разнородных методов не доказывает эффект конкретного HEX на конверсию.

5. Светлота и насыщенность могут менять оценки эмоций

Источник: Valdez и Mehrabian, 1994 [121]. **Что изучали:** рейтинги удовольствия, возбуждения и доминирования для цветовых стимулов системы Munsell. **Для дизайнера:** при обсуждении «влияния синего» задавайте также светлоту и насыщенность. **Граница:** перевод координат Munsell в экранный HSL и затем в UX-эффект не является прямой репликацией опыта.

6. «Красный мешает думать» - не установленное универсальное правило

Источник: Gnambs, 2020 [66]. **Тип:** метаанализ 67 эффектов из 38 выборок о красном и когнитивной работе. После поправок на публикационное смещение убедительного общего свидетельства эффекта не осталось. **Для дизайнера:** не запрещайте красный в обучающем продукте только по популярному пересказу прайминга. **Граница:** это не доказывает отсутствия любого эффекта при любых задачах.

7. Конкретный результат прайминга не воспроизвёлся

Источник: Steele, 2014 [122]. **Что изучали:** прямая репликация эксперимента с анаграммами Mehta и Zhu с исходными материалами и выборкой более чем втрое больше исходной; предсказанное взаимодействие цвета фона и типа слова не воспроизвелось. Это не утверждение об отсутствии любых различий между цветными фонами. **Для дизайнера:** при ссылке на красный/синий прайминг сообщайте о последующей проверке. **Граница:** повторена одна задача, а не каждая часть первоначальной публикации.

Зрение и контекст

8. Язык может влиять на быстрое различение синего

Источник: Winawer и соавторы, 2007 [58]. **Что изучали:** различение светло- и тёмно-синих стимулов русско- и англоговорящими участниками; вербальная помеха устраняла категориальное преимущество. **Для дизайнера:** названия и категории цвета влияют на задачи распознавания. **Граница:** это не основание назначать разные бренд-палитры по национальности.

9. Память о типичном цвете предмета влияет на его вид

Источник: Hansen и соавторы, 2006 [57]. **Что изучали:** настройку цвета знакомого объекта до субъективно нейтрального; наблюдалось смещение, согласующееся с памятью о цвете объекта. **Для дизайнера:** цвет фотографии товара оценивают вместе с узнаваемым предметом. **Граница:** опыт не измерял восприятие всех возможных товаров и логотипов.

10. Веб-эстетика зависит не от одного цвета

Источник: Reinecke и соавторы, 2013 [84]. **Что изучали:** 548 добровольцев оценивали 450 снимков сайтов после краткого показа; модель учитывала цветность и визуальную сложность. **Для дизайнера:** обсуждайте цвет вместе с плотностью и композицией. **Граница:** оценка снимка после 500 мс - не измерение полезности сайта или конверсии.

11. Контраст текста помогает чтению, но не заменяет тест страницы

Источник: Hall и Hanna, 2004 [85]. **Что изучали:** 136 участников и четыре сочетания цвета текста и фона на двух веб-страницах. Более высокий контраст в целом улучшал читаемость; значимого эффекта на запоминание не выявили. **Для дизайнера:** проверяйте текст на итоговом фоне. **Граница:** старые дисплеи и ограниченный набор сочетаний не задают оптимум для всех экранов.

12. Отношение контраста - нормативный порог, а не эстетический рейтинг

Источник: W3C WCAG 2.2, Understanding Contrast (Minimum) [78]. **Тип:** руководство к критерию доступности, не эксперимент с пользователями. Для обычного текста порог AA - 4,5:1, для крупного - 3:1, с оговорёнными исключениями. **Для дизайнера:** считайте итоговую пару после наложений. **Граница:** прохождение одной пары не означает, что вся страница доступна или удобна каждому читателю.

13. Цвет не должен быть единственным носителем информации

Источник: W3C WCAG 2.2, Understanding Use of Color [60]. **Тип:** официальное ненормативное пояснение к нормативному критерию WCAG, не психологический опыт. **Для дизайнера:** добавляйте подпись, форму, иконку или текстовую ошибку к цветовому сигналу. **Граница:** конкретная реализация требует проверки в полном интерфейсном сценарии.

Брендинг и коммерческие задачи

14. Значение цвета в маркетинге не полностью одинаково между странами

Источник: Madden, Hewett и Roth, 2000 [92]. **Что изучали:** предпочтения, значения и соответствие цветов логотипам в восьми странах. **Для дизайнера:** локальное тестирование важнее таблицы «национальных значений». **Граница:** выявленные сходства и различия не позволяют предсказать реакцию отдельного покупателя.

15. Красный может действовать по-разному в торге и аукционе

Источник: Bagchi и Cheema, 2013 [81]. **Что изучали:** аукционы eBay и лабораторные переговоры. Красный повышал шаги ставок в аукционном контексте, но снижал предложения в переговорах. **Для дизайнера:** сначала определите механизм задачи, потом проверяйте цвет. **Граница:** эффект не является рекомендацией для любой кнопки покупки.

16. Название цвета - часть описания товара

Источник: Chou и соавторы, 2020 [117]. **Что изучали:** пять исследований о типичности и неоднозначности названия цвета при разной значимости цветового свойства. **Для дизайнера:** название образца тестируют вместе с фотографией и категорией товара. **Граница:** данные не доказывают превосходство креативных названий во всех товарных группах.

Данные и производство

17. «Радужная» шкала может исказить порядок данных

Источник: Cramer и соавторы, 2020 [86]. **Тип:** методическая статья с анализом карт и палитр, не тест конверсии. **Для дизайнера:** количественным данным подбирайте шкалу с последовательным восприятием светлоты и проверяйте легенду. **Граница:** выбор палитры зависит от вида данных и задачи чтения.

18. Cividis создана для более равномерного чтения данных

Источник: Nuñez и соавторы, 2018 [89]. **Тип:** вычислительная разработка карты цвета, рассчитанной на перцептивную равномерность и распространённые особенности цветового зрения. **Для дизайнера:** используйте как кандидат для непрерывной шкалы, а не как универсальную палитру бренда. **Граница:** даже такая палитра не отменяет подписей, масштаба и проверки реального графика.

19. Два образца могут совпадать при одном свете и расходиться при другом

Источник: CIE, определение индекса метамеризма [114]. **Тип:** терминологический стандарт, не пользовательский эксперимент. **Для дизайнера:** утверждайте печатный и материальный образец при согласованном освещении и, если важно, при нескольких источниках света. **Граница:** один HEX или экранная фотография не подтверждают физическое совпадение материалов.

20. RGB-число требует известного профиля для предсказуемого переноса

Источник: ICC, RGB Workflow [41]. **Тип:** техническое руководство. **Для дизайнера:** храните исходный профиль, согласуйте целевое пространство и делайте цветопробу при критичном тираже. **Граница:** корректный профиль уменьшает неопределённость, но не гарантирует одинаковый вид всех материалов и дисплеев.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XXXVI. Четыре проекта: цвет от брифа до проверки

Это **авторские учебные проекты**, а не отчёты о реальных продажах или тестах пользователей. Каждый показывает полный маршрут: задача → ограничения → варианты → решение → измеряемая проверка. Все HEX относятся к непрозрачным экранным цветам sRGB. Указанные отношения контраста вычислены по формуле WCAG 2.2 для текста [78]; соответствие одной пары не доказывает доступность целого продукта.

Проект 1. Запись на консультацию: действие и ошибка

Бриф. Человек выбирает время и отправляет форму. Цель цветовой системы - помочь заметить главное действие и понять результат. Ограничения: текст должен быть читаемым, ошибка не может передаваться только красным, фокус должен быть видимым с клавиатуры. Набор показан в схеме «форма до и после».

ДО

Адрес электронной почты

Записаться

Белый на жёлтом: 1,64:1

ПОСЛЕ

Адрес электронной почты

Ошибка: проверьте адрес

Записаться

Белый на синем: 6,70:1 + текст ошибки

Форма записи до и после: исправленные кнопка и сообщение об ошибке

Элемент	Неудачный вариант	Принятый вариант	Проверка
Основная кнопка	Белый текст на #F4C430	Белый текст на #1D4ED8	1,64:1 против 6,70:1; первая пара не проходит порог обычного текста AA
Ошибка	Только красная рамка	Текст «Проверьте адрес», рамка и знак; текст #B42318 на #FFFFFF	6,57:1 для текста; смысл сохраняется без различения цвета
Успех	Только зелёная заливка	Надпись «Запись подтверждена», #067647 на #ECFDF3	5,40:1 для текста; статус прочитывается словами
Фокус	Цветная тень	Контур, отличимый на соседних фонах	Проверить клавиатурой и при принудительных системных цветах

Передача в разработку. Семантические роли: `action.background`, `action.text`, `field.error.text`, `status.success.text`, `focus.ring`. Нельзя менять фон кнопки без повторного расчёта пары. [WCAG Use of Color \[60\]](#) требует альтернативы передаче информации только цветом; [Non-text Contrast \[98\]](#) отдельно касается необходимых границ и иконок.

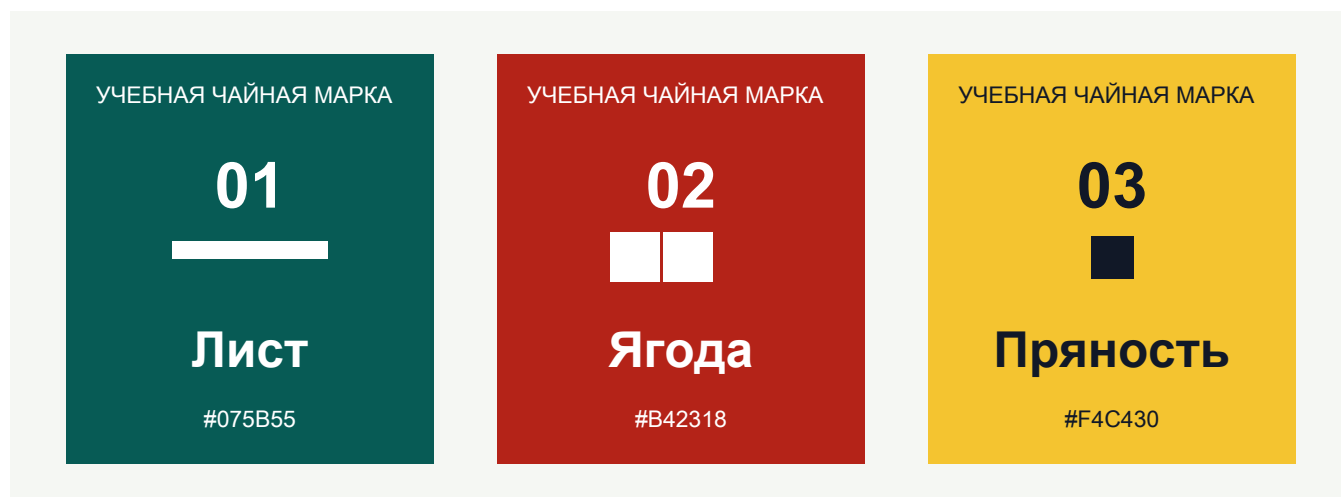
Проверка с людьми. Дайте участникам задачу записаться, затем намеренно покажите ошибку в поле. Зафиксируйте, замечают ли они причину, сколько времени тратят на исправление и видят ли подтверждение. Не называйте улучшением конверсии одно лишь сравнение HEX.

Проект 2. Чайная линейка: узнаваемость и физический носитель

Бриф. Три вкуса одной вымышленной марки должны выглядеть родственными и различаться на полке. Цвет не единственный код: у каждой пачки есть название, номер серии и отличимый рисунок. Упаковка рассматривается на матовой бумаге при дневном и магазинном освещении.

Серия	Основной цвет sRGB-макета	Дополнительный признак	Контроль текста
Лист	#075B55	«01 · Лист», горизонтальная полоса	Белый на зелёном - 7,96:1

Серия	Основной цвет sRGB-макета	Дополнительный признак	Контроль текста
Ягода	#B42318	«02 · Ягода», две плашки	Белый на красном - 6,57:1
Пряность	#F4C430	«03 · Пряность», квадрат	#111827 на жёлтом - 10,80:1; белый на нём - только 1,64:1



Три серии упаковки с разными цветами, названиями и графическими признаками

Решение. Общие типографика, сетка, место знака и нейтральная боковая грань создают семейство; тон помогает найти вариант, но не заменяет имя. Эти HEX описывают экранный макет, а не контрастный печатный цвет. Утверждение требует целевого профиля, материала и физической пробы. Если два красителя совпали под одним светом, но разошлись под другим, это практическая проблема метамеризма; меру такого расхождения характеризует [индекс метамеризма в определении CIE \[114\]](#).

Проверка. На фотографии полки и на реальных пробах попросите назвать серию, найти заданный вкус и заметить ошибочно выбранную пачку. Записывайте освещение и расстояние. Не переносите результат экранной анкеты на матовую упаковку без физического образца.

Проект 3. Дашборд: величина не должна превращаться в категорию

Бриф. Карта показывает одну непрерывную величину в пяти интервалах. Цвет должен помогать читать порядок, а не создавать ложные «скачки». Вариант «до» использовал красный, жёлтый, зелёный, синий и фиолетовый: зритель мог принять смену тона за смену типа явления. Вариант «после» - последовательная шкала с убывающей относительной яркостью от 0,919 до 0,082.

Интервал	Цвет	Относительная яркость	Подпись в легенде
1	#F1F7F6	0,919	«Очень мало»
2	#B9DCD7	0,664	«Мало»
3	#6AB9AF	0,409	«Средне»
4	#258A80	0,201	«Много»
5	#075B55	0,082	«Очень много»

МЕНЬШЕ

БОЛЬШЕ



Очень мало

#F1F7F6

Мало

#B9DCD7

Средне

#6AB9AF

Много

#258A80

Очень много

#075B55

Последовательная шкала для количественной карты и легенда с подписями

Решение. Наносите числа и единицы измерения на легенду, отдельным знаком обозначайте отсутствие данных. Это учебная шкала, не автоматически оптимальная карта: порядок светлоты рассчитан, но различимость соседних ступеней, фон карты и восприятие на реальном размере нужно проверять. Методические причины осторожности с «радугой» описаны у [Crameri и соавторов \[86\]](#).

Проверка. Попросите найти максимум, сравнить два близких региона и объяснить значение цвета без подсказки. Сравните время и ошибки для двух легенд при одинаковой карте. Затем проверьте серую печать и распространённые особенности цветового зрения; симуляция помогает найти риск, но не заменяет тест с людьми.

Проект 4. Страница бренда: цвет кнопки и фотография

Бриф. На лендинге учебной студии одна целевая задача - записаться на вводную встречу. Главная фотография содержит светлые и тёмные области, поэтому постоянный белый текст поверх неё не имеет одной контрастной пары.

Решение. Текст и кнопка стоят на непрозрачной светлой панели #F9FAFB, основной текст - #1F2937 (14,05:1). Действие - #1D4ED8 с белой надписью (6,70:1). Терракотовый #B54708 оставлен для небольших декоративных деталей; белая надпись на нём могла бы пройти 4,5:1 (5,43:1), но это не причина превращать каждый акцент в кнопку. Фотография остаётся содержательной частью композиции, не фоном для критического текста.

Проверка. На мобильном и широком экране измените кадрирование, масштаб и яркость; затем проверьте, что заголовок, кнопка и подпись не перемещаются на нерассчитанный участок изображения. Сравните две композиции с одинаковым цветом кнопки, чтобы не приписывать цвету эффект площади, порядка или фотографии. Краткие оценки привлекательности снимков сайтов изучали [Reinecke и соавторы \[84\]](#), но они не измеряли конверсию этой учебной страницы.

Что сдавать вместе с кейсом

Передайте исходный макет, таблицу ролей и пар, файлы изображений с известным профилем, матрицу состояний, результаты проверок и открытые вопросы. Для физического носителя добавьте утверждённый образец и условия просмотра. В отчёте отдельно обозначьте **расчёт**, **наблюдение пользователей** и **гипотезу** - это три разных уровня уверенности.

Тематический раздел XXXVII.

Современный CSS-цвет: от токена до браузера

Глава дополняет разделы об OKLCH и цветовых токенах. Важная граница: [CSS Color 4 \[9\]](#) описывает координаты `oklch()` и `color(display-p3 ...)`, а [CSS Color 5 \[123\]](#) на момент подготовки этого издания опубликован как **Working Draft**, то есть рабочий проект спецификации. Его функции могут измениться, а поддержка в целевых браузерах требует проверки. Синтаксис, даже корректный по проекту стандарта, не гарантирует подходящий контраст.

Сначала - проверенная пара и запасной вариант

Для текста кнопки в учебном примере зафиксирована пара `#FFFFFF` на `#1D4ED8`: расчётное отношение 6,70:1. Дополнительные цветовые функции можно применять к декору, но нельзя неявно менять эту утверждённую пару. Этот фрагмент CSS самодостаточен: старый браузер сохранит HEX, браузер с нужной функцией получит дополнительный декоративный вариант.

```
:root {
  --action-bg: #1D4ED8;
  --action-text: #FFFFFF;
  --decorative: #1D4ED8;
  --card-border: #9AB0AA;
}

.primary-action {
  color: var(--action-text);
  background: var(--action-bg);
}

.decorative-strip { background: var(--decorative); }
.card { border-color: var(--card-border); }

@supports (color: oklch(60% 0.12 250)) {
  :root { --decorative: oklch(60% 0.12 250); }
}

@supports (color: color-mix(in oklch, red, white)) {
  .card {
    border-color: color-mix(in oklch, var(--decorative) 20%, white);
  }
}
```

Кнопка остаётся неизменной; светлая граница карточки - декоративный пример, а не заранее аттестованная граница элемента управления. Если граница нужна для распознавания компонента, проверяйте её итоговый контраст с соседними цветами по [WCAG 2.2, 1.4.11 \[98\]](#). Смешивание в разных пространствах даёт разные промежуточные цвета; в `color-mix()` пространство задано явно - `oklch`, как описано в [CSS Color 5 \[123\]](#).

Относительный цвет: инструмент, а не обещание доступности

Относительный синтаксис позволяет взять каналы исходного цвета и модифицировать их: например, `oklch(from var(--decorative) calc(l + 0.08) c h)`. Смысл - получить связанную цветовую вариацию без ручного копирования трёх чисел. Но увеличение `l` не говорит, каким станет итоговый контраст на выбранном фоне, а увеличение `c` может вывести цвет за охват устройства. [CSS Color 5 описывает обработку относительных цветов \[123\]](#); перед внедрением нужны проверка поддержки синтаксиса, преобразование в целевой охват и измерение финальной пары.

Правило для библиотеки компонентов: автоматически производить можно варианты для иллюстрации и предварительного просмотра; текст, иконки, фокус и статус утверждают как конкретные роли и пары. У каждой роли есть допустимый фон, тема и состояние. Если формула изменится, повторно проверяются все потребители токена.

Широкий охват без поломки sRGB

Функция `color(display-p3 ...)` задаёт координаты другого цветового пространства; численные каналы не являются HEX и не должны копироваться в sRGB. [CSS Color 4 \[9\]](#) описывает эти пространства. Запрос (`color-gamut: p3`) сообщает приблизительную возможность устройства и среды, а не точность воспроизведения конкретного фирменного образца; это ограничение отмечено в [Media Queries 5 \[115\]](#).

Для интерфейса используйте такой порядок: (1) утверждённый sRGB-вариант; (2) необязательный широкий вариант только для элементов, где он нужен; (3) согласование их визуального характера в реальных браузерах; (4) проверка снимков, видео и CSS рядом. Широкогамутную версию лучше хранить отдельным токеном или исходным образцом, а не считать автоматически полученной копированием RGB-каналов. Поддержку можно ограничить сочетанием `@supports (color: color(display-p3 1 0 0))` и `@media (color-gamut: p3)`, но даже после этого нужен контрольный просмотр.

Тёмная тема и автоматические функции

`light-dark()` в рабочем проекте [CSS Color 5 \[123\]](#) выбирает значение в зависимости от используемой цветовой схемы. Это может сократить повторение деклараций, но не создаёт готовую тёмную палитру: контраст текста, границ, статусов и фотографий остаётся задачей дизайнера. Для темы нужен явный `color-scheme`, с проверенным запасным поведением для целевых браузеров. В режиме принудительных системных цветов браузер вправе заменить авторские цвета; [CSS Color Adjustment 1 \[97\]](#) описывает это поведение. Не отключайте его на весь продукт ради сохранения фирменного HEX.

Минимальный контракт дизайнера и разработчика

Поле токена	Что записать	Зачем
Роль	<code>action.background</code> , не просто <code>blue-700</code>	Понять смысл замены
Значение и пространство	<code>#1D4ED8</code> , sRGB	Исключить путаницу каналов
Допустимый фон	<code>#FFFFFF</code> для данного компонента	Контраст пары зависит от фона
Состояния	<code>default</code> , <code>hover</code> , <code>focus</code> , <code>active</code> , <code>disabled</code>	Не допустить непроверенной производной
Темы	светлая, тёмная, принудительные цвета	Сохранить смысл при адаптации

Поле токена	Что записать	Зачем
Способ проверки	расчёт, браузер, ручной сценарий	Разделить формальную и пользовательскую проверку

Перед выпуском зафиксируйте версии целевых браузеров, сохраните скриншоты компонентов в светлой/тёмной теме и сравните результат с утверждённым образцом. Тест расчёта контраста и визуальный тест браузера отвечают на разные вопросы; нужны оба.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XXXVIII. Цвет материала при реальном освещении

Экранный HEX описывает цветовой сигнал в определённом цифровом пространстве. Цвет физического предмета зависит от спектрального отражения материала, спектра источника света, геометрии, блеска, окружения и наблюдателя. Поэтому совпадение макета на двух дисплеях и совпадение напечатанной этикетки с окрашенной крышкой - разные задачи. Для пары материалов особенно важен метамеризм. [Индекс метамеризма в определении CIE \[114\]](#) характеризует степень расхождения метамерной пары при изменении освещения или наблюдателя.

Что скрывает одно число «температура света»

Две лампы с похожей коррелированной цветовой температурой могут иметь разный спектральный состав. Матовый картон, пластик и ткань отражают этот свет по-разному. Следовательно, запись «проверено при 4000 K» сама по себе не показывает, как точно воспроизведутся важные для бренда оттенки. Сравнивайте физические образцы при согласованных условиях просмотра и при тех источниках, под которыми товар действительно окажется.

Старый единый показатель CRI/Ra не описывает все стороны цветопередачи. В [позиции CIE о метриках качества цвета, 2025 \[124\]](#) отдельно обсуждается индекс точности передачи Rf и пределы одной усреднённой величины. [ANSI/IES TM-30-24 \[125\]](#) описывает более подробный набор: общую точность (Rf), изменение области цветов (Rg) и сдвиги по группам тонов. Это **описание света**, а не числовая гарантия, что конкретная упаковка понравится покупателю.

Лаборатория из трёх образцов

Представьте упаковку из проекта выше: бирюзовая печать на матовом картоне, окрашенная пластиковая крышка и тканевая лента. На экране команда утвердила #075B55, но этот HEX не является спектральным заданием для трёх материалов. Подготовьте физические пробы и таблицу.

Образец	Что записать до сравнения	На что смотреть
Печатная этикетка	Материал, покрытие, способ печати, профиль/условие, дата цветопробы	Сдвиг тона, потемнение в тенях, влияние фактуры
Пластиковая крышка	Материал, краситель, блеск, толщина, партия	Изменение вида при блике и повороте

Образец	Что записать до сравнения	На что смотреть
Тканевая лента	Волокно, переплетение, краситель, партия	Различие участков при угле наблюдения

Разместите образцы рядом на нейтральном фоне. Сначала оцените их при утверждённом контрольном освещении; затем повторите просмотр при дневном свете и типичном свете места продажи. Не сравнивайте один образец утром, а другой вечером «по памяти». Сделайте снимок для протокола, но решение о физическом совпадении не принимайте по JPEG: камера, обработка и дисплей создают ещё одну цветовую цепочку.

Что запросить у поставщика светильника

Для цветокритичных пространств попросите: модель и версию светильника; условия измерения; коррелированную цветовую температуру; данные о цветопередаче, включая R_f , R_g и отчёт по оттенкам, если доступен TM-30; сведения о диммировании и смене режима; при возможности - спектральное распределение мощности. Не сравнивайте числа из разных методов как взаимозаменяемые. Если доступен только R_a , не объявляйте остальные свойства света известными. IES TM-30-24 [125] публикует структуру метода, но полная нормативная методика может требовать отдельного доступа; рекомендации книги не заменяют измерение специалистом.

Решение об утверждении

- 1. Определите приоритет.** Для логотипа на двух материалах важнее близость между ними; для витрины продукта - различимость вариантов и подходящий вид товара при местном свете. Это могут быть разные критерии.
- 2. Согласуйте допуск.** Команда и производство должны заранее определить, как измеряют или визуально утверждают расхождение, какой образец служит эталоном и при каком освещении. Не задавайте универсальный допуск для всех материалов.
- 3. Проверьте крайние ситуации.** Посмотрите на материал при блике, под углом и на реальном расстоянии. Для флуоресцентных или оптически осветлённых материалов изменение света может быть особенно существенным; фиксируйте источник и не делайте вывод по одному снимку.
- 4. Сохраните физический эталон.** Подпишите материал, тираж, дату и освещение. При следующем заказе сравнивайте новую партию с эталоном, а не только с прежним PDF.

Когда достаточно цифровой проверки, а когда нет

Цифровая проверка подходит для предварительного выбора направления, экранного интерфейса и подготовки вариантов. Физическая проба необходима, когда решение обещает совпадение красителя на разных материалах, цвет брендового товара или стабильный вид в точке продажи. Ни #075B55, ни высокий показатель качества света по отдельности не дают такого обещания. Финальная спецификация должна связывать **образец + материал + свет + критерий приемки**.

Тематический раздел XXXIX. Цвет, неопределённость и отсутствие данных

Последовательная палитра показывает порядок **значений**. Но оценка может быть неточной, модель - давать диапазон, а часть данных - отсутствовать. Если всё это закодировать одним оттенком, читатель легко примет оценку за точное измерение. Исследование [Korporaal, Ruginski и Fabrikant \(2020\) \[126\]](#) показало, что отображение неопределённости в конкретной задаче выбора места посадки меняло стратегии участников, хотя точность решения не улучшилась. Это не универсальный аргумент за один тип карты: авторы изучали определённый сценарий и способ изображения.

Сначала уточните, что неизвестно

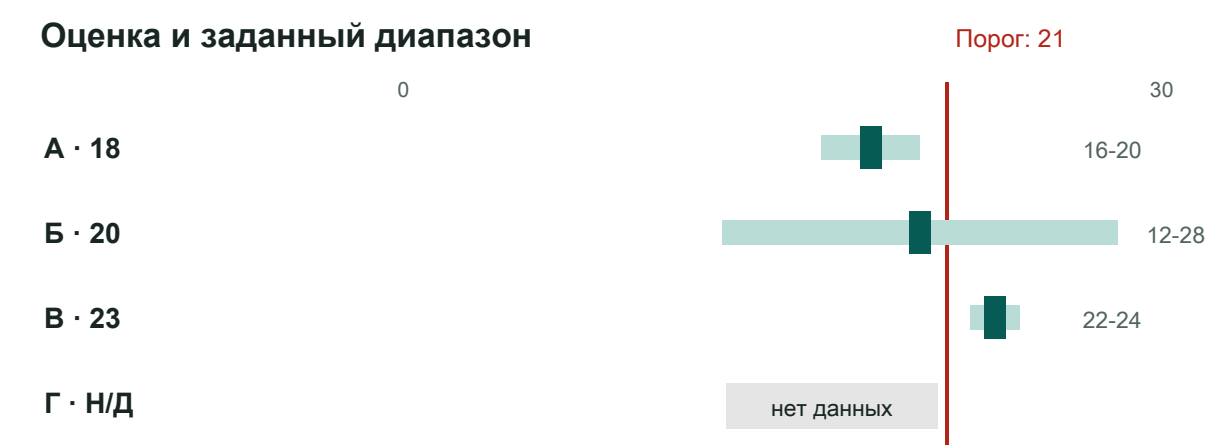
Ситуация	Что означает	Что не следует показывать
Диапазон оценки	Возможные значения по заданной модели или процедуре	Одну точку как бесспорный факт
Межрегиональная вариация	Разброс реальных наблюдений внутри группы	Как погрешность прибора без уточнения
Прогноз	Будущее значение при заданных допущениях	Как уже наблюждённый результат
Нет данных	Значение не получено или не опубликовано	Как ноль или самый низкий интервал
Значение подавлено	Публикация ограничена, например из-за малого числа наблюдений	Как отсутствующее явление

Название интервала должно следовать методике данных: «диапазон сценариев», «доверительный интервал» и «разброс наблюдений» не взаимозаменяемы. Дизайнер не вычисляет статистическую достоверность по цвету, а согласует подпись с аналитиком и источником.

Учебный пример: выбрать территорию выше порога 21

Все числа ниже **вымышлены**; диапазоны - просто заданные интервалы возможных значений, не доверительные интервалы и не реальные показатели. Порог также учебный.

Территория	Оценка	Диапазон	Вывод относительно порога 21
А	18	16-20	Весь диапазон ниже порога
Б	20	12-28	Диапазон пересекает порог; одного ответа нет
В	23	22-24	Весь диапазон выше порога
Г	Нет данных	-	Сравнение невозможно



Учебные числа; интервалы не являются доверительными.

Учебный график четырёх территорий: отметки оценок, диапазоны и отдельное обозначение отсутствующих данных

Вариант только с заливкой карты мог бы окрасить Б почти так же, как В, если разделить оценки на интервалы по центральному числу. Это скроет важное различие: Б пересекает порог, В - нет.

Улучшенный вариант: последовательная палитра кодирует оценку, а при выборе территории рядом показываются число и диапазон; символ или подпись выделяет неопределённое решение. Отсутствие данных имеет отдельную нейтральную маркировку «Н/Д», не цвет нижнего интервала. Если карта перегружена, вынесите диапазон в соседнюю таблицу или панель, а не пытайтесь вместить две количественные шкалы в один тон.

Когда цвет можно использовать для неопределённости

[Correll, Moritz и Heer \(2018\) \[127\]](#) предложили палитры VSUP: при высокой неопределённости они намеренно уменьшают различимость детальных значений. В их эксперименте это помогало участникам сильнее учитывать неопределённость по сравнению с обычными двумерными картами. Но VSUP не следует механически копировать в медицинскую или финансовую панель: смысл «подавления» цвета и легенду надо проверить на конкретной задаче.

Приём	Подходит, если	Риск и проверка
Диапазон рядом с числом	Мало объектов и важна точная оценка	Проверьте, понимают ли подписанный интервал
Светлота для значения, фактура для неопределённости	Карта читается на достаточном размере	Фактура не должна скрыть границы и мелкий текст
Снижение насыщенности при неопределённости	Цель - не преувеличивать точность	Бледное не должно означать «мало» или «недоступно»
Отдельная панель или фильтр качества	Две шкалы делают карту сложной	Связь между панелями должна оставаться очевидной

Сам по себе цветовой код недостаточен. [WCAG 2.2, Non-text Contrast \[98\]](#) распространяется на необходимые для понимания графические части; границы, маркеры и подписи проверяются на соседнем фоне. В серой печати и при особенностях цветового зрения значение, неопределённость и «нет данных» должны оставаться различимыми по подписям или форме.

Тест: видит ли читатель предел данных

Предложите три задачи без объяснения легенды: (1) найти территорию, уверенно превышающую порог; (2) назвать территорию с неоднозначным выводом; (3) найти отсутствие данных. Записывайте не только правильность, но и **причину ответа**. Если участник говорит «Б выше порога, потому что тёмная», карта передала лишнюю уверенность. Покажите сначала карту, затем карту с диапазонами: изменение решения и время чтения оценивайте отдельно. Не выдавайте быстрый ответ за лучший, если он неверен.

Итоговая спецификация графика включает: источник и дату данных, единицы, определение диапазона, границы интервалов, цвет и форму для «Н/Д», метод обновления и версию легенды. Так цвет становится способом честно показать знание и его предел, а не декоративной маской для неизвестного.

ВОСПРИЯТИЕ И ПРАКТИКА

Тематический раздел XL. Цвет и возраст: проектировать для задачи, а не для стереотипа

Возраст сам по себе не задаёт человеку «любимые» цвета и не является диагнозом зрения. Однако задачи, опирающиеся на мелкое цветовое различие, могут становиться труднее при изменении зрительных и когнитивных возможностей. В основном эксперименте о визуальном поиске [Tamura и Sato \(2020\) \[128\]](#) участвовали 24 молодых и 12 пожилых наблюдателей; половина молодых выполняла задачу в очках с фильтрами, имитирующими спектральное пропускание стареющего хрусталика. Авторы сравнивали поиск по цветовым каналам и сочетанию признаков; это лабораторная задача, а не готовая палитра для интерфейса. В другом исследовании [Ferreira и соавторов \(2025\) \[129\]](#) 60 участников трёх возрастных групп выполняли задачу различения яркостного контраста при цветовом шуме. Группа молодых взрослых имела более низкие пороги, чем группа старших, но из этого нельзя вывести универсальный «возрастной HEX».

Где возникают реальные трудности

Представьте список лекарств, платежей или записей к врачу: важный элемент обозначен маленькой жёлтой точкой, а соседние записи отличаются оттенком синего. Здесь проблему создаёт не «неправильная психология жёлтого», а сочетание малой площади, близкого окружения, нагрузки поиска и передачи смысла только цветом. [WCAG Use of Color \[60\]](#) требует дополнительного способа передать информацию; [Non-text Contrast \[98\]](#) отдельно касается необходимых графических признаков.

Слабый вариант	Устойчивее в данном сценарии	Что всё равно проверять
Маленькая цветная точка «срочно»	Слово «Срочно», заметный знак и цвет как третий сигнал	Находят ли запись в длинном списке
Два похожих оттенка для состояний	Подпись «Готово»/«Ожидает» и разная форма индикатора	Не путают ли состояния без цвета
Тонкая бледная граница поля	Чёткая граница и явная подпись	Различимость границы на реальном устройстве

Слабый вариант	Устойчивее в данном сценарии	Что всё равно проверять
Предупреждение только на фотографии	Непрозрачная подложка и текст	Контраст при любом кадрировании

ТОЛЬКО ЦВЕТ

Запись 1

Запись 2

Запись 3

ТЕКСТ + ФОРМА + ЦВЕТ

! СРОЧНО · Запись 1

OK Готово · Запись 2

Схема иллюстрирует избыточное кодирование, а не результат теста с пользователями.

Два варианта списка записей: маленький цветовой маркер и более явная подпись со знаком

Симуляция пожелтения хрусталика, фильтр «как видит пожилой человек» или перевод в серые тона могут подсветить риск, но **не воспроизводят весь опыт человека**. В исследовании визуального поиска фильтры использовали как одно из экспериментальных условий, рядом с измерениями у реальных участников. Не заменяйте тест с нужной аудиторией скриншотом через фильтр.

Протокол проверки с людьми

1. Выберите реальную задачу: например, «найдите запись, требующую действия, и объясните почему». Не спрашивайте только «какой цвет нравится».
2. Покажите готовый интерфейс в размерах и на устройствах, близких к условиям использования. Зафиксируйте масштаб, освещение, наличие бликов и используемые средства коррекции зрения, если участник готов сообщить об этом.
3. Наблюдайте за временем поиска, пропусками, неверными выборами и объяснениями. Отдельно спросите, какой признак помог: слово, форма, место или цвет.
4. Сравните варианты с одинаковым содержанием и порядком элементов. Если одновременно меняются цвет, размер и текст, результат относится ко всему редизайну, не к одному цвету.
5. Не сводите всех старших участников к одной группе «60+»: индивидуальные различия могут быть больше средних межгрупповых. При серьёзных последствиях ошибки привлекайте специалистов по доступности и профильных пользователей.

Контрольная матрица

Проверяйте **малый/обычный размер × светлая/тёмная тема × короткий/длинный список × обычное/сложное освещение**. Для каждой комбинации смотрите текст, иконку, границу и сигнал состояния. Прохождение порога WCAG - важный минимум, но не доказательство, что поиск в загруженном списке удобен всем. Цель главы - не выбрать «цвет для возраста», а убрать зависимость ключевого действия от единственного хрупкого цветового различия.

Тематический раздел XLI. Как проверить цветовую гипотезу без самообмана

Тезис «синяя кнопка работает лучше терракотовой» двусмысленен. Что значит «работает»: быстрее находят, чаще нажимают, лучше понимают, меньше ошибаются или чаще покупают? Дизайнер должен назвать измеримый исход **до** сравнения вариантов. Обзоры [Elliot и Maier \(2014\) \[109\]](#) и [Elliot \(2019\) \[130\]](#) подчёркивают методические трудности исследования цветовых эффектов. Этот раздел – воспроизводимый маршрут для продуктового теста, а не обещание универсального действия оттенка.

Один вопрос, две разные проверки

Продуктовый вопрос: какую из двух готовых кнопок лучше использовать? Вариант А - #1D4ED8 с белым текстом (6,70:1); вариант В - #B54708 с белым текстом (5,43:1). Если результат различается, это эффект **всей пары и контекста**, а не доказательство действия только цветового тона: у вариантов различаются и светлота, и цветность.

Исследовательский вопрос: что меняется при замене тона, если приблизительно удерживать другие координаты? Учебные экранные примеры из одного OKLCH L=0,55, C=0,12: тон 30° даёт #AC5346, тон 250° - #3275B4 после перевода в sRGB с округлением. С белым текстом отношения составляют примерно 5,15:1 и 4,84:1. Координаты L/C равны в модели, но вид не обязан быть одинаковым для всех наблюдателей, а отношения WCAG всё равно различаются. Это более контролируемое сравнение, **не идеальная изоляция «психологии тона»**.

Шаг	Зафиксируйте заранее	Ошибка, от которой это защищает
Задача	«Найти кнопку записи и завершить форму»	Подмена действия оценкой «нравится»
Основной показатель	Доля завершивших задачу без подсказки	Выбор удобного показателя после просмотра результатов
Вторичные показатели	Время, неверные нажатия, объяснение выбора	Смещение разных исходов
Варианты	Одинаковые текст, размер, позиция, фон и содержимое	Приписывание эффекту цвета изменения макета
Назначение	Случайное распределение А/В или уравновешенный порядок	Систематическое различие групп и эффект порядка
Стоп-правило	Когда и по какому правилу набор завершится	Остановка в момент случайно «красивого» результата

Практикум: подготовка и проведение

1. **Опишите гипотезу и предел.** Например: «В форме записи вариант А поможет быстрее заметить действие на этом экране». Не пишите «синий повышает доверие» - доверие здесь не измеряется.

2. **Выберите дизайн.** Для онлайн A/B каждый участник видит один вариант; распределение случайное, устройство и версия страницы записываются. Для очного сравнения с двумя вариантами меняйте порядок, иначе первый увиденный макет может влиять на второй.

3. **Сохраните условия.** Одинаковые слова, размер, площадь, соседние изображения, положение и логика формы. Если задача - проверить готовые палитры, различие контраста честно включено в сравнение. Если задача - изучить тон, контролируйте светлоту и хром настолько, насколько позволяет метод, и сообщайте остаточные различия.

4. **Проведите пилот.** Убедитесь, что инструкция понятна и событие «задача завершена» фиксируется одинаково. Пилотные наблюдения не следует незаметно смешивать с основной выборкой после изменения процедуры.

5. **Остановитесь по плану.** Размер выборки и критерий остановки согласуйте до запуска с исследователем или аналитиком; универсального числа участников для всех цветовых задач нет. Не объявляйте победителя после первых нескольких случайных кликов.

6. **Отчитайтесь о неопределённости.** Покажите размер каждой группы, результат по основному показателю, разницу и интервал неопределённости подходящего метода; отдельно - вторичные показатели и исключения. Если данных мало, формулируйте результат как предварительное наблюдение.

Пример записи результата - без вымышленных «побед»

Поле отчёта	Что вписать после настоящего теста
Участники A/B	Число назначенных и завершивших в каждой группе
Основной исход	Доля завершивших задачу, разница и интервал
Вторичные исходы	Время, ошибки, комментарии - отдельно
Условия	Устройство, освещение для очного теста, версия страницы
Отклонения	Сбои, исключения и изменения процедуры
Решение	Принять / доработать / недостаточно оснований

Не подменяйте отсутствие статистически убедительной разницы утверждением «цвет не влияет никогда». И наоборот, разница между двумя экранами не доказывает универсальный эффект оттенка. Последующая проверка может изменить вывод: например, [Steele \(2014\) \[122\]](#) не воспроизвёл конкретный результат цветового прайминга в задаче с анаграммами, не опровергая этим все исследования цвета.

После теста сохраните макеты, HEX, условия, формулировку гипотезы и результат. Когда палитра изменится в будущем, команда сможет понять, **что именно проверялось**, а не унаследовать легенду «этот цвет доказанно лучше».

Тематический раздел XLII. Измерение и приёмка цвета: от эталона до тиража

Дизайнер утвердил бирюзовый на экране, типография прислала пробу, а заказчик говорит: «Цвет не тот». Без общего эталона и условий сравнения ни одна сторона не может проверить это утверждение. Для печати цвет задаётся не одним HEX, а связкой **физический образец - материал - способ производства - условия измерения и просмотра - правило приёмки**. Экранный #075B55 может быть полезным исходным ориентиром интерфейса, но не является измерением отражающей поверхности. [ICC объясняет \[41\]](#), что экранная цветопроба зависит от профилей, настройки дисплея и условий просмотра; она не отменяет физическую пробу.

Что именно сравнивают

Утверждённый образец и выпускную пробу измеряют в одинаково заданных условиях. В полиграфии [ISO 13655:2017 \[131\]](#) описывает измерение и цветиметрический расчёт для графических работ. Для бумаги с оптическими отбеливателями особенно важно согласовать режим измерения: M0, M1, M2 и M3 **не являются разными уровнями «точности»**. Они различаются условиями измерения, в том числе спектром освещения, учётом УФ-составляющей и поляризацией; M3 предусматривает поляризационные фильтры. Рекомендации [ISO/TC 130 \[132\]](#) объясняют выбор этих режимов и влияние подложки. Сравнить числа, полученные в разных режимах или на разной подложке, как единый результат нельзя.

Для небольших цветовых различий часто используют ΔE_{00} - формулу CIEDE2000 из [ISO/CIE 11664-6:2022 \[27\]](#). Она преобразует пару координат CIELAB в показатель различия, приближённый к зрительной оценке при оговорённых условиях. Это **не процент совпадения, не вероятность того, что человек заметит разницу, и не оценка качества дизайна**. [CIE 142:2001 \[133\]](#) рассматривает условия применения промышленных формул, а [CIE 230:2019 \[134\]](#) отдельно оценивает применимость формул к малым различиям. Одно значение ΔE_{00} не заменяет сравнение фактуры, блеска, прозрачности и поведения цвета при другом освещении.

Пример: приёмка этикетки

Представим линейку упаковок с бирюзовой плашкой на матовой бумаге. Для договора команда сохраняет подписанную физическую цветопробу. Макет содержит профиль целевого печатного условия, но право окончательного решения закреплено за согласованной пробой. До тиража команда заполняет такую спецификацию:

Параметр	Пример записи для проекта
Эталон	Подписанная цветопроба № 04 на той же бумаге, хранится в защитном конверте
Производство	Офсет, указанная бумага, покрытие и целевое условие печати
Измерение	Один согласованный прибор, калибровка, геометрия и апертура; режим M1; одинаковая подложка

Параметр	Пример записи для проекта
Расчёт	CIELAB при согласованных источнике света и стандартном наблюдателе; ΔE_{00} , параметры формулы указаны в протоколе
Выбор точек	Три отмеченных участка однородной плашки; отдельно осмотреть край и зону сгиба
Правило	Для этого учебного договора : каждое из трёх значений $\Delta E_{00} \leq 2,0$ и визуальное утверждение при согласованном свете
Повторная проба	Если условие не выполнено, скорректировать процесс и измерить новую пробу, сохранив обе записи

Число 2,0 здесь - **условный договорной допуск для демонстрации процедуры**, не требование ISO/CIE и не универсальный порог различимости. Другой материал, площадь плашки, метод печати и назначение продукта могут потребовать иного согласованного правила. Формулировка «среднее $\Delta E_{00} \leq 2,0$ » тоже отличалась бы от правила для каждой точки: один заметный дефект мог бы скрыться в среднем.

Предположим, протокол этой **вымышленной** пробы показывает 1,2; 1,8; 2,3. По заранее выбранному правилу она не проходит: третья точка превышает 2,0. Даже если все три числа меньше допуска, подпись ещё не автоматическая: при согласованном свете нужно осмотреть общий вид, растровую неоднородность, блеск и возможную разницу между пробой и реальным изделием. И наоборот, визуальное «похоже» не отменяет числовое условие, если оно было частью договора.

Где измеритель не решает всё

Два материала могут совпадать при одном источнике света и расходиться при другом: это одна из форм метамеризма. Для этикетки, крышки и тканевой ленты на одной упаковке сравните **реальные** образцы при контрольном освещении и типичном освещении магазина. Фотография в мессенджере фиксирует общую композицию, но не служит цветовым эталоном: камера, обработка файла и дисплей добавляют собственные преобразования. Для прозрачных и глянцевых поверхностей заранее оговорите угол, фон и геометрию: иначе меняется сам вид измеряемого объекта.

Измерение даёт ответ на узкий вопрос: насколько два образца различаются **по выбранной процедуре**. Оно не отвечает, выделится ли упаковка на полке, соответствует ли цвет ожиданиям аудитории или читается ли белый текст на печатной плашке. Эти вопросы требуют других проверок - макета в контексте, пользовательского исследования и оценки читаемости. Хороший протокол не смешивает физическое соответствие эталону с маркетинговым результатом.

Что передать вместе с финальным макетом

Передайте не только файл, но и идентификатор утверждённого образца; профили и целевое печатное условие; материал и отделку; согласованные освещение просмотра, режим и геометрию измерения; формулу и параметры расчёта; расположение измерительных точек; правило приёмки и лицо, которое подписывает пробу. Запишите дату, номер партии и измеренные значения в протокол. Тогда при повторном заказе команда сравнит новый тираж с тем же **проверяемым эталоном**, а не с воспоминанием о цвете на старом мониторе.

Приложение. Карта цвета и доказательств

HEX ниже - авторские экранные образцы sRGB, а не воспроизведение экспериментальных стимулов. Категории «красный» и «синий» объединяют множество разных стимулов. Для узких диапазонов не переносится автоматически результат, полученный для общего цветового слова.

Как читать карту

Подтверждённая ассоциация означает повторяющуюся связь в ответах участников.

Предварительный эффект относится к измеренному исходу в конкретном эксперименте. **Смешанные данные** означают, что обобщение требует особой осторожности. **Нет отдельного основания** означает пробел в рассмотренном корпусе, а не доказанное отсутствие эффекта. Эти статусы нельзя трактовать как числовую шкалу эффективности цвета.

Основная опора для эмоциональных ассоциаций - [Jonauskaitė & Mohr, 2025 \[62\]](#): систематический обзор, а не единый эксперимент по действию конкретных HEX. Для культуры - [Jonauskaitė et al., 2020 \[63\]](#). Остальные ссылки указаны в тематической матрице ниже.

20 семейств и диапазонов

Семейство / пример sRGB	Эмоциональные соответствия в рассмотренной литературе	Статус	Ограничение для дизайнера
Красный #D92D20	Любовь и гнев; высокая активация	Подтверждённые ассоциации общей категории	Не задают знак эмоции или действие
Бордовый #7F1D1D	Нет отдельного обобщения для этого диапазона	Нет отдельного основания	Результат для слова «красный» не специфицирует бордовый
Оранжевый #EA580C	Положительные активные эмоции	Ассоциации общей категории	Не доказывают лучший СТА
Жёлтый #F4C430	Положительные активные эмоции	Ассоциации общей категории	Оценка зависит от светлоты и цветности
Охристый #A16207	Нет отдельного обобщения для этого диапазона	Нет отдельного основания	«Природный» - гипотеза о контексте
Зелёный #15803D	Положительные менее активные эмоции	Ассоциации общей категории	Не доказательство лечения или снижения тревоги
Оливковый #65732F	Нет отдельного обобщения для этого диапазона	Нет отдельного основания	Военная или природная семантика зависит от применения
Зелёно-голубой #0F766E	Положительные соответствия; удовлетворённость и радость	Ассоциации категории green-blue в обзоре	Низкая активация не получила такого же статистического подтверждения, как для green и blue

Семейство / пример sRGB	Эмоциональные соответствия в рассмотренной литературе	Статус	Ограничение для дизайнера
Голубой #38BDF8	Нельзя автоматически выделить отдельный эмоциональный профиль из общего blue	Ограниченный перенос	Языковая самостоятельность не доказывает отдельный поведенческий эффект
Синий #1D4ED8	Низкая активация; встречаются спокойствие и грусть	Ассоциации общей категории, зависящие от измеряемого показателя	Не гарантирует доверие или творчество
Тёмно-синий #172554	Нет отдельного универсального профиля	Нет отдельного основания	Темнота и тон меняются одновременно
Фиолетовый #7C3AED	Связи с переживаниями силы в обзорной категории purple	Ассоциации общей категории	Purple не тождественен всем русским подкатегориям
Пурпурный #A21CAF	Нет отдельного универсального профиля	Нет отдельного основания	Не переносить выводы об узком спектральном фиолетовом
Розовый #F472B6	Положительные эмоции	Ассоциации общей категории	Не доказывает врождённость гендерного предпочтения
Коричневый #8B5E3C	В обзорной категории чаще отрицательные соответствия	Ассоциации общей категории	Не означает отрицательной оценки любого коричневого предмета
Бежевый #D6C3A5	Нет отдельного обобщения для этого диапазона	Нет отдельного основания	«Комфорт» не следует из HEX
Белый #FFFFFF	Менее активные положительные эмоции в общей сводке	Ассоциации общей категории	Ритуальная символика и контекст меняют чтение
Серый #667085	Отрицательные менее активные эмоции	Ассоциации общей категории	Не доказывает снижение продуктивности серым интерфейсом
Чёрный #101828	Отрицательные соответствия и высокая сила (power)	Ассоциации общей категории	Power нельзя заменять возбуждением (arousal); статус и роскошь требуют отдельного контекста
Золотистый #D4AF37	Нет отдельного эффекта для плоского экранного образца	Нет отдельного основания	Металл включает блеск, текстуру и направленное отражение

Описание эмоциональных соответствий в таблице намеренно короткое: полный обзор рассматривает многозначные связи, которые не сводятся к одной характеристике.

Отдельная матрица внимания, доверия и поведения

Вопрос	Что позволяет сказать источник	Чего он не подтверждает	Основание
Эмоции зависят только от тона?	В экспериментах исследовали также насыщенность и brightness; они вносят вклад в оценки	Универсальную формулу эмоций по HEX	Valdez & Mehrabian, 1994 [121]

Вопрос	Что позволяет сказать источник	Чего он не подтверждает	Основание
Внимание	Для прикладного вывода нужны условия предъявления, задача и соседние стимулы	Всеобщий рейтинг цветов по заметности	Elliot, 2015 [61]
Возбуждение	Возможны различия оценок и физиологических показателей при контролируемых стимулах	Одинаковый ответ у любого человека	Wilms & Oberfeld, 2018 [64]
Доверие	Исследования брендов рассматривают ассоциации с личностью бренда	Равенство «компетентность = доверие = покупка»	Labrecque & Milne, 2012 [67]
Опасность	Контекстная теория допускает разный смысл одного цвета в разных задачах	Врождённую универсальную реакцию на любой красный	Elliot & Maier, 2014 [109]
Аппетит	Изменение ожидания вкуса следует отличать от изменения потребления	«Красный повышает аппетит», «синий подавляет аппетит» для любых блюд	Spence, 2011 [102] - общий обзор межсенсорных соответствий; прямой универсальный эффект аппетита здесь не установлен
Привлекательность	Метаанализ обсуждает неоднородность результатов и неудачные близкие репликации	Гарантированное усиление влечения или реальные сексуальные действия	Lehmann, Elliot & Calin-Jageman, 2018 [135]
Когнитивная работа	Доказательства общего эффекта красного ограничены	Универсальную рекомендацию красного для внимания или синего для творчества	Gnambs, 2020 [66]
Культура	Есть сходства ассоциаций и различия, связанные с языком и географией	Фиксированный психологический портрет страны	Jonauskaitė et al., 2020 [63]

Источники

Номера соответствуют ссылкам в тексте. Адреса открывают публикации, стандарты и библиографические записи.

[1] CIE S 017:2020, e-ILV 17-22-040: [perceived colour](#).

<https://www.cie.co.at/eilvterm/17-22-040>

[2] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-006: [metamerism](#).

<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-006>

[3] NIST, определяющие постоянные SI

<https://www.nist.gov/pml/special-publication-330/sp-330-section-2>

[4] OpenStax, [University Physics Volume 3](#), §6.2

<https://openstax.org/books/university-physics-volume-3/pages/6-2-photoelectric-effect>

[5] OpenStax, [University Physics, Volume 3](#), §1.1: The Propagation of Light.

<https://openstax.org/books/university-physics-volume-3/pages/1-1-the-propagation-of-light>

[6] OpenStax, §1.3

<https://openstax.org/books/university-physics-volume-3/pages/1-3-refraction>

[7] CIE S 017:2020, e-ILV 17-21-003: [visible radiation](#).

<https://cie.co.at/eilvterm/17-21-003>

[8] OpenStax, §1.5

<https://openstax.org/books/university-physics-volume-3/pages/1-5-dispersion>

[9] W3C. [CSS Color Module Level 4. Candidate Recommendation Draft](#), 13 September 2026.

<https://www.w3.org/TR/css-color-4/>

[10] CIE 1931

<https://cie.co.at/datatable/cie-1931-colour-matching-functions-2-degree-observer>

[11] CIE S 017:2020, e-ILV 17-21-029: [spectral distribution](#).

<https://www.cie.co.at/eilvterm/17-21-029>

[12] CIE S 017:2020, e-ILV 17-21-030: [relative spectral distribution](#).

<https://cie.co.at/eilvterm/17-21-030>

[13] NASA, [Wave Behaviors](#)

https://science.nasa.gov/ems/03_behaviors/

[14] Kinoshita, S.; Yoshioka, S.; Miyazaki, J. (2008). [Physics of structural colors](#). *Reports on Progress in Physics*, 71, 076401.

<https://doi.org/10.1088/0034-4885/71/7/076401>

Альтернативная запись

[15] NASA, [Rayleigh scattering](#)

<https://science.nasa.gov/universe/glossary/>

[16] NASA, [Crepuscular Rays and Light Scattering](#)

<https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/crepuscular-rays-and-light-scattering-150090/>

[17] OpenStax, §3.4 [Interference in Thin Films](#)

<https://openstax.org/books/university-physics-volume-3/pages/3-4-interference-in-thin-films>

[18] Vukusic, P.; Stavenga, D. G. (2009). [Physical methods for investigating structural colours in biological systems](#). DOI:

[10.1098/rsif.2008.0386.focus](https://doi.org/10.1098/rsif.2008.0386.focus).

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2706471/>

[19] CIE 015:2018. [Colorimetry](#), 4th Edition.

<https://www.cie.co.at/publications/colorimetry-4th-edition>

- [20] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-039: colour-matching functions.
<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-039>
- [21] CIE: публичное описание стандарта
<https://www.cie.co.at/publications/colorimetry-part-1-cie-standard-colorimetric-observers-0>
- [22] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-045: CIE 1931 standard colorimetric system.
<https://www.cie.co.at/eilvterm/17-23-045>
- [23] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-076: CIE 1976 L*a*b* colour space.
<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-076>
- [24] Описание стандарта CIE
<https://www.cie.co.at/publications/colorimetry-part-4-cie-1976-lab-colour-space-1>
- [25] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-074: CIE 1976 L*u*v* colour space.
<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-074>
- [26] Определение CIE
<https://cie.co.at/eilv/156>
- [27] Публичное описание CIE
<https://www.cie.co.at/publications/colorimetry-part-6-ciede2000-colour-difference-formula-1>
- [28] авторского набора тестовых данных
<https://hajim.rochester.edu/ece/sites/gsharma/ciede2000/dataNprograms/ciede2000testdata.txt>
- [29] странице автора
<https://hajim.rochester.edu/ece/sites/gsharma/ciede2000/>
- [30] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-071: uniform colour space.
<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-071>
- [31] Munsell: Defining Color
https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/literature/l10/l10-300_l10-399/l10-315_munsell_defining_color_multipage_brochure/l10-315_munsell_defining_color_en.pdf
- [32] Munsell, A. H. (1915). Atlas of the Munsell Color System. Smithsonian Libraries, bibliographic record.
<https://library.si.edu/digital-library/book/atlasmunsellcol00muns>
 Альтернативная запись
- [33] NCS: разбор нотации в справке приложения
<https://support.ncscolour.com/help/ncs-app-functionality-faq>
- [34] NCS: Introduction to colour combinations
<https://plus-support.ncscolour.com/combining-colours>
- [35] Illuminating Engineering Society: Ostwald color system
<https://ies.org/definitions/ostwald-color-system/>
- [36] ICC: sRGB
<https://registry.color.org/rgb-registry/srgb>
- [37] ICC: CMYK characterization data
<https://registry.color.org/cmyk-registry/>
- [38] HWB-A More Intuitive Hue-Based Color Model, 1996
https://alvyray.com/Papers/CG/HWB_JGTv208.pdf
- [39] ICC Three Component Color Encoding Registry. Display P3.
<https://registry.color.org/rgb-registry/displayp3>
- [40] ICC Three Component Color Encoding Registry. Adobe RGB (1998).
<https://registry.color.org/rgb-registry/adobergb>
- [41] ICC White Paper 23. RGB workflow.
https://www.color.org/ICC_white_paper_23_RGB_Workflow.pdf

[42] ICC Three Component Color Encoding Registry. BT.709.

<https://registry.color.org/rgb-registry/bt709>

[43] ICC Three Component Color Encoding Registry. BT.2020.

<https://registry.color.org/rgb-registry/bt2020>

[44] ITU-R Recommendation BT.2100-3 (2025). Image parameter values for HDR television.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-BT.2100>

Альтернативная запись

[45] ITU-R Report BT.2390. High dynamic range television.

<https://www.itu.int/hub/publication/r-rep-bt-2390-8-2020/>

[46] ITU-R Report BT.2408-2. Guidance for operational practices in HDR television production.

https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-BT.2408-2-2019-PDF-E.pdf

[47] CIE e-ILV 17-32-007. Colour gamut.

<https://cie.co.at/eilvterm/17-32-007>

[48] CIE e-ILV 1432. White point, colour space.

<https://cie.co.at/eilv/1432>

[49] ICC. Why is the media white point of a display profile always D50?

<https://www.color.org/whyd50/>

[50] ISO/CIE 11664-2:2022. Colorimetry - Part 2: CIE Standard Illuminants.

<https://www.cie.co.at/publications/colorimetry-part-2-cie-standard-illuminants-0>

[51] CIE e-ILV 17-23-068. Correlated colour temperature.

<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-068>

[52] CIE TN 013:2022. Terms related to Planckian radiation temperature for light sources.

<https://www.cie.co.at/publications/terms-related-planckian-radiation-temperature-light-sources>

[53] CIE 224:2017. CIE 2017 Colour Fidelity Index for accurate scientific use.

<https://www.cie.co.at/publications/cie-2017-colour-fidelity-index-accurate-scientific-use>

[54] Royer, M. (2022). Tutorial: Background and Guidance for Using the ANSI/IES TM-30 Method for Evaluating Light Source Color Rendition. LEUKOS; public author version via U.S. Department of Energy.

<https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-04/ssl-royer-leukos-tm-30-tutorial-2022.pdf>

Альтернативная запись

[55] Gouras, P. Color Vision. Webvision: The Organization of the Retina and Visual System.

<https://www.webvision.pitt.edu/book/part-vii-color-vision/color-vision/>

[56] Foster, D. H. (2011). Color constancy. Vision Research, 51, 674-700. DOI: 10.1016/j.visres.2010.09.006.

https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/david.foster/Research/My_PDFs/Foster_VR_11.pdf

[57] Hansen, T.; Olkkonen, M.; Walter, S.; Gegenfurtner, K. R. (2006). Memory modulates color appearance. Nature Neuroscience, 9, 1367-1368.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17041591/>

Альтернативная запись

[58] Winawer, J. et al. (2007). Russian blues reveal effects of language on color discrimination. PNAS, 104, 7780-7785.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1876524/>

[59] National Eye Institute. Color Blindness: overview, types and symptoms.

<https://www.nei.nih.gov/eye-health-information/eye-conditions-and-diseases/color-blindness>

[60] W3C WAI. Understanding WCAG 2.2 Success Criterion 1.4.1: Use of Color.

<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/use-of-color.html>

[61] Elliot, 2015

<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2015.00368/full>

[62] Jonauskaitė и Mohr, 2025

<https://link.springer.com/article/10.3758/s13423-024-02615-z>

- [63] Jonauskaitė, D. et al. (2020). Universal patterns in color-emotion associations are further shaped by linguistic and geographic proximity. *Psychological Science*.
<https://www.psychologicalscience.org/journals/psychological-science/0956797620948810/>
 Альтернативная запись
- [64] Wilms, L.; Oberfeld, D. (2018). Color and emotion: effects of hue, saturation, and brightness. *Psychological Research*, 82, 896-914.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00426-017-0880-8>
- [65] Palmer, S. E.; Schloss, K. B. (2010). An ecological valence theory of human color preference. *PNAS*, 107, 8877-8882.
<https://palmerlab.berkeley.edu/pdf/Palmer%26Schloss%282010%29.pdf>
- [66] Gnambs, T. (2020). Limited evidence for the effect of red color on cognitive performance: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*.
<https://link.springer.com/article/10.3758/s13423-020-01772-1>
- [67] Labrecque и Milne, 2012
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11747-010-0245-y>
- [68] The Coca-Cola Company. Coca-Cola Red: Our Second Secret Formula.
<https://www.coca-colacompany.com/about-us/history/coca-cola-red-our-second-secret-formula>
- [69] The Coca-Cola Company. One Iconic Brand. One Iconic Look (20 July 2026).
<https://www.coca-colacompany.com/media-center/coca-cola-sharpens-its-identity-under-one-bold-visual-system>
- [70] IKEA. The IKEA logo: history and design.
<https://www.ikea.com/ph/en/this-is-ikea/about-us/the-ikea-logo-history-and-design-pub55d85f50/>
- [71] IKEA Museum. History of the IKEA logotype.
<https://www.ikeamuseum.com/en/explore/the-story-of-ikea/history-of-the-logotype/>
- [72] Spotify for Developers. Design & Branding Guidelines.
<https://developer.spotify.com/documentation/design>
- [73] Tiffany & Co. The Tiffany Blue Box.
<https://www.tiffany.com/world-of-tiffany/heritage/blue-box-story.html>
- [74] IBM Design Language. Color.
<https://www.ibm.com/design/language/color/>
- [75] Schloss, K. B.; Palmer, S. E. (2011). Aesthetic response to color combinations: preference, harmony, and similarity.
<https://link.springer.com/article/10.3758/s13414-010-0027-0>
- [76] Palmer, S. E.; Schloss, K. B.; Sammartino, J. (2013). Visual aesthetics and human preference.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23020642/>
 Альтернативная запись
- [77] Schloss, K. B.; Palmer, S. E. (2011). The role of spatial organization in preference for color pairs.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22208128/>
 Альтернативная запись
- [78] WCAG 2.2, критерий 1.4.3
<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/contrast-minimum.html>
- [79] Labrecque, L. I.; Patrick, V. M.; Milne, G. R. (2013). The marketers' prismatic palette: A review of color research and future directions.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mar.20597>
- [80] Gorn, G. J. et al. (1997). Effects of color as an executional cue in advertising.
<https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.43.10.1387>
- [81] Bagchi, R.; Cheema, A. (2013). The effect of red background color on willingness-to-pay: The moderating role of selling mechanism.
<https://academic.oup.com/jcr/article-abstract/39/5/947/1795180>
 Альтернативная запись

- [82] Krishna, A. (2012). An integrative review of sensory marketing: Engaging the senses to affect perception, judgment and behavior.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1057740811000830>
 Альтернативная запись
- [83] Cyr, D.; Head, M.; Larios, H. (2010). Colour appeal in website design within and across cultures.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581909001116>
 Альтернативная запись
- [84] Reinecke, K. et al. (2013). Predicting users' first impressions of website aesthetics with a quantification of perceived visual complexity and colorfulness.
<https://dash.harvard.edu/entities/publication/73120378-cc85-6bd4-e053-0100007fdf3b>
- [85] Hall, R. H.; Hanna, P. (2004). The impact of web page text-background colour combinations on readability, retention, aesthetics and behavioural intention.
<https://tecfa.unige.ch/tecfa/mal/tt/cosys-2/textes/hall04.pdf>
- [86] Crameri, F.; Shephard, G. E.; Heron, P. J. (2020). The misuse of colour in science communication.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7595127/>
- [87] ColorBrewer 2.0. Sequential, diverging and qualitative colour schemes.
<https://colorbrewer2.org/learnmore/schemes.html>
- [88] Moreland, K. (2009). Diverging color maps for scientific visualization.
<https://www.kennethmoreland.com/color-maps/ColorMapsExpanded.pdf>
- [89] Nuñez, J. R.; Anderton, C. R.; Renslow, R. S. (2018). Optimizing colormaps with consideration for color vision deficiency to enable accurate interpretation of scientific data.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0199239>
- [90] Spence, C. (2015). On the psychological impact of food colour.
<https://link.springer.com/article/10.1186/s13411-015-0031-3>
- [91] Küller, R.; Mikellides, B.; Janssens, J. (2009). Color, arousal, and performance: A comparison of three experiments.
<https://portal.research.lu.se/en/publications/color-arousal-and-performance-a-comparison-of-three-experiments/>
- [92] Madden, T. J.; Hewett, K.; Roth, M. S. (2000). Managing images in different cultures: A cross-national study of color meanings and preferences.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1509/jimk.8.4.90.19795>
 Альтернативная запись
- [93] Taylor, C.; Clifford, A.; Franklin, A. (2013). Color preferences are not universal.
<https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/journalArticle/Color-preferences-are-not-universal/99512972002346>
- [94] Open Science Collaboration (2015). Estimating the reproducibility of psychological science.
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aac4716>
- [95] ICC. Introduction to the ICC profile format.
<https://www.color.org/getting-started/>
- [96] Design Tokens Community Group. Design Tokens Color Module 2025.10.
<https://www.w3.org/community/reports/design-tokens/CG-FINAL-color-20251028/>
- [97] W3C. CSS Color Adjustment Module Level 1.
<https://www.w3.org/TR/css-color-adjust-1/>
- [98] W3C WAI. Understanding SC 1.4.11: Non-text Contrast (Level AA), WCAG 2.2.
<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/non-text-contrast.html>
- [99] Браэм, Г. Психология цвета. М.: АСТ / Астрель, 2009. 158 с. Библиографическая запись Google Books.
https://books.google.com/books/about/%D0%9F%D1%81%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D1%86%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0.html?id=HKRqkQEACAAJ
- [100] Elvea Verlag. Harald Braem: Die Macht der Farben. Издательская запись немецкого переиздания.
<https://www.elveaverlag.de/produkt/harald-braem-die-macht-der-farben-bedeutung-symbolik/>

[101] Huang, K.-C. (2008). Effects of colored light and colors of comparison stimulus and their background on heaviness of lifted weight.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19093613/>

[102] Spence, C. (2011). Crossmodal correspondences: A tutorial review.

<https://doi.org/10.3758/s13414-010-0073-7>

[103] Wang, H. et al. (2018). Experimental investigation about thermal effect of colour on thermal sensation and comfort.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.06.008>

Альтернативная запись

[104] Sugonyaev, K. V. (2019). Is it possible to assess personality traits by means of Lüscher test?

<https://jpps.susu.ru/jpps/en/article/view/551>

Альтернативная запись

[105] Lotto, R. B.; Purves, D. (2000). An empirical explanation of color contrast. PNAS, 97(23), 12834-12839.

<https://doi.org/10.1073/pnas.210369597>

Альтернативная запись

[106] W3C. Compositing and Blending Level 1. Candidate Recommendation Draft, 21 March 2024.

<https://www.w3.org/TR/compositing-1/>

[107] Adobe. Change black overprint setting in InDesign.

<https://helpx.adobe.com/indesign/desktop/print/color-output-and-separations/change-the-black-overprint-setting.html>

[108] W3C WAI. Understanding SC 2.4.13: Focus Appearance (Level AAA), WCAG 2.2.

<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/focus-appearance.html>

[109] Elliot, A. J.; Maier, M. A. (2014). Color Psychology: Effects of Perceiving Color on Psychological Functioning in Humans. Annual Review of Psychology, 65, 95-120.

<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-psych-010213-115035>

Альтернативная запись

[110] Ottosson, B. (2020; updated 2025). A perceptual color space for image processing: Oklab.

<https://bottosson.github.io/posts/oklab/>

[111] CIE 248:2022. The CIE 2016 Colour Appearance Model for Colour Management Systems: CIECAM16.

<https://www.cie.co.at/publications/cie-2016-colour-appearance-model-colour-management-systems-ciecam16>

[112] Material Color Utilities. HCT implementation: CAM16 hue and chroma with L* tone.

<https://github.com/material-foundation/material-color-utilities/blob/main/typescript/hct/hct.ts>

[113] National Eye Institute. Types of Color Vision Deficiency.

<https://www.nei.nih.gov/eye-health-information/eye-conditions-and-diseases/color-blindness/types-color-vision-deficiency>

[114] CIE S 017:2020, e-ILV 17-23-007: metamerism index.

<https://cie.co.at/eilvterm/17-23-007>

[115] W3C. Media Queries Level 5: color-gamut and user preference media features.

<https://www.w3.org/TR/mediaqueries-5/>

[116] Design Tokens Community Group. Design Tokens Format Module 2025.10.

<https://www.w3.org/community/reports/design-tokens/CG-FINAL-format-20251028/>

[117] Chou, H.-Y.; Chu, X.-Y.; Chiang, Y.-H. (2020). What should we call this color? The influence of color-naming on consumers' attitude toward the product. Psychology & Marketing, 37, 942-960.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mar.21351>

[118] Google Merchant Center Help. Color [color] product data attribute.

<https://support.google.com/merchants/answer/6324487?hl=en>

[119] W3C WAI. Understanding WCAG 2.2 SC 2.3.1: Three Flashes or Below Threshold.

<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/three-flashes-or-below-threshold>

[120] W3C WAI. Technique C39: Using prefers-reduced-motion to prevent motion.

<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Techniques/css/C39>

- [121] Valdez, P.; Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 394-409.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7996122/>
- [122] Steele, K. M. (2014). Failure to replicate the Mehta and Zhu (2009) color-priming effect on anagram solution times. DOI: 10.3758/s13423-013-0548-3.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24222366/>
 Альтернативная запись
- [123] CSS Color 5
<https://www.w3.org/TR/css-color-5/>
- [124] позиции CIE о метриках качества цвета, 2025
<https://www.cie.co.at/publications/cie-ps-0022025-cie-position-statement-colour-quality-metrics-2nd-edition>
- [125] ANSI/IES TM-30-24
<https://store.ies.org/product/technical-memorandum-ies-method-for-evaluating-light-source-color-rendition/>
- [126] Korporaal, Ruginski и Fabrikant (2020)
<https://www.frontiersin.org/journals/computer-science/articles/10.3389/fcomp.2020.00032/full>
- [127] Correll, Moritz и Heer (2018)
<https://idl.uw.edu/papers/uncertainty-palettes>
 Альтернативная запись
- [128] Tamura и Sato (2020)
<https://www.nature.com/articles/s41598-020-78303-4>
- [129] Ferreira и соавторов (2025)
<https://www.nature.com/articles/s41598-025-19430-8>
- [130] Elliot (2019)
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1037/gpr0000170>
 Альтернативная запись
- [131] ISO 13655:2017
<https://www.iso.org/standard/65430.html>
 Альтернативная запись
- [132] ISO/TC 130
<https://committee.iso.org/files/live/sites/tc130/files/Resources/Guidelines%20for%20using%20print%20production%20standards%20v2%20Jan%202024.pdf>
- [133] CIE 142:2001
<https://www.cie.co.at/publications/improvement-industrial-colour-difference-evaluation>
- [134] CIE 230:2019
<https://www.cie.co.at/publications/validity-formulae-predicting-small-colour-differences>
- [135] Lehmann, G. K., Elliot, A. J., & Calin-Jageman, R. J. (2018). Meta-Analysis of the Effect of Red on Perceived Attractiveness. *Evolutionary Psychology*, 16(4). (10.1177/1474704918802412).
<https://doi.org/10.1177/1474704918802412>
 Альтернативная запись