

CIE LAB И СТАНДАРТЫ ПЕЧАТИ: как правильно накатать краску

Опытным печатникам и технологам, традиционно привыкшим к работе с денситометрическими плотностями, бывает не просто перестроиться на работу с колориметрическими координатами.

Михаил Сартаков

Международный стандарт офсетной печати ISO 12647-2 и его российский аналог ГОСТ Р 54766 регламентируют цвет офсетных красок на оттиске в цветовых координатах CIE Lab (D50, 2°). А допуски на отклонение от этих цветовых координат определяют по формуле CIE delta E (ΔE) 1976 г. На моих семинарах по настройке цвета в офсете живейший интерес вызывает тема правильного наката краски по стандарту в колориметрических единицах. Разберёмся по порядку с зависимостями от толщины наката всех составляющих цвета красок.

Почему стандарты не описывают цвет красок в привычных полиграфистам **денситометрических** единицах, зачем более сложная **колориметрия**? Дело в том, что цвет не может быть описан всего одним параметром — плотностью, которая говорит нам косвенно о толщине краскослоя, но ничего — о цвете. Мало того, одинаковый цвет разными красителями мы получаем на разных плотностях. Поэтому регламентировать плотность невозможно без привязки к конкретным краскам, классу материалов и даже измерительному прибору. Любой цвет имеет три базовых составляющих: светлоту, насыщенность и оттенок (тон). При изменении толщины наката краски изменяются все три в разной степени. Именно эти детали цвета описывают координаты Lab, тогда как денситометрия не в состоянии отличить светлоту от насыщенности и тона: грязная тёмная оранжевая краска тонким слоем будет иметь ту же плотность, что и чистая светлая холодная жёлтая краска, нанесенная слоем нормальной толщины. То есть

денситометрия не справляется не только с цветом — она и с толщиной краскослоя, напрямую связанной с расходом краски и технологическими ограничениями, типа опасности отмарывания, согласуется крайне ненадёжно. Одинаковый цвет может иметь разные плотности. Чтобы убедиться в этом, достаточно измерить денситометром шкалы на цветопробе и оттиске. Базовый принцип любого репродуцирования — имитации цветов окружающего мира полиграфическими красителями — состоит в том, что разные спектральные составы красителей и красок окружающего мира дают одинаковый цвет с точки зрения человеческого глаза. Однако с точки зрения денситометрии плотности одинаковых цветов разного спектрального состава тоже разные. Отсюда и происходит привязка денситометрии к конкретной марке краски. Столько очевидных ограничений денситометрии не позволяют ввести плотности в стандарты, регламентирующие цвет в печати.

Цвет как таковой однозначно описывается в координатах CIE XYZ и производных от них координатах CIE Lab. По многим причинам в полиграфии Lab удобнее, чем XYZ. Цветовые координаты CIE Lab легко трансформируются в большинстве измерительных приборов — спектрофотометрах — или программах к ним, в координаты CIE LCh. Фактически Lab и LCh — это одно и то же цветовое пространство, просто в разном представлении координат. Светлота L в этих системах одинакова, а координаты цветности на плоскости в одном случае представлены двумя координатами ab по оси абсцисс и ординат, а в другом случае —

длиной и направлением вектора от центра координатной сетки до заданной точки цветности. То есть мы имеем дело с одним и тем же цветовым пространством, с одними и теми же координатами, просто по-разному представленными математически. За светлоту отвечает координата L (Lightness), за насыщенность — C (Chroma), за оттенок или цветовой тон — h (hue). При определении правильного наката краски по стандарту бывает удобно оперировать не только цифрами Lab и ΔE , но и координатами LCh.

Главный принцип правильного наката печатных красок

Он состоит в том, чтобы **насыщенность** (Chroma) была не меньше, чем указано в стандарте для данного класса печатного материала. Насыщенность задаёт необходимый по стандарту **цветовой охват**. Чем он выше, тем богаче смотрится оттиск, тем больше цветов окружающего мира мы можем передать красками на бумаге без сжатия.

Объём цветового охвата традиционно измеряется в кубических delta E (ΔE^3). Фигура охвата задаётся 8 вершинами: бумагой, «суперчёрным», тремя основными красками и тремя их наложениями — бинарами. Для мелованной бумаги в триадном офсете достижимый по стандарту объём цветового охвата красками европейской триады составляет всего-то чуть более 409 тыс. ΔE^3 , для офсетной бумаги — 184 тыс. ΔE^3 . Именно к таким цифрам необходимо стремиться в печати. Для сравнения, объём цветового охвата обычного офисного монитора составляет 832 тыс. ΔE^3 , цветокорректорского

монитора — 1 млн 208 тыс. ΔE^3 , воспринимаемого человеком полного охвата видимых цветов — 2 млн 381 тыс. ΔE^3 .

Поэтому в офсете стандарты побуждают нас «выжимать» из красок практически максимум возможного. Формула цветового отличия ΔE приближает нас к нужным координатам красок, но не слишком информативна в плане того, насколько велика насыщенность измеренного образца. Ведь, допустим, $\Delta E=4$ может говорить о том, что образец не достаточно насыщенный, или о том, что он недостаточно светлый, при этом насыщенность выше нормы. Алгоритмы приближения к заданным координатам цвета типа BestMatch также не имеют приоритетом насыщенность, а просто пытаются проанализировать из общей ΔE — по отдельности ΔL , Δa и Δb . Поэтому могут запросто рекомендовать неверный накат краски, когда светлота L — ниже стандартного образца, а насыщенность — в норме: BestMatch снизит накат и насыщенность в тщетной попытке повысить светлоту, в результате мы не достигнем того цветового охвата, которого позволяют достичь наши краски.

Накат по отдельным краскам

Рассмотрим детально на примерах триадных красок СМУК, как правильно определиться с цветом и толщиной наката каждой из них.

Жёлтая краска следует последней по стандартному порядку наложения триадных красок в офсете. Тем не менее начнем с неё, как с самой наглядной. Она — самая светлая, её светлота ближе всех к бумаге, поэтому у жёлтой — самый низкий контраст, и оперировать при определении наката её светлотой неверно. Удобство правильного наката жёлтой заключается в том, что её насыщенность (длину вектора Chroma) можно приравнять к b -координате, поскольку по a -координате она лишь немного отличается от нуля. По стандарту b -координата жёлтой краски на мелованной бумаге равна 93. Накатываем не меньше, и в целом задача правильного наката решена. На малой толщине наката b будет меньше 93, на нормальной — около 93, на слишком большой толщине — заметно превышать 93.

Жёлтая из всех трёх цветных красок — единственная, которая позволяет ощутимо превзойти по насыщенности координаты стандарта. При этом последняя по порядку следования красочных секций жёлтая сильнее всех предыдущих красок загрязняется в процессе печати — на валы через оттиск постепенно переходят краски предыдущих секций. Поскольку смывка жёлтого краскоаппарата каждые несколько часов не является приоритетной задачей печатника — следим за светлотой жёлтой. Когда краска грязная, при нормальной насыщенности светлота падает на несколько единиц от номинала по стандарту. Предел, после которого краскоаппарат всё же надо смыть, лежит в пределах ΔL 2–3 от значения светлоты жёлтой $L=89$ в стандарте. Просто сбавить накат в ситуации с загрязнением неверно: насыщенность заметно упадёт ниже допусков, а светлота так почти и не вырастет. Именно на этом моменте обманывается BestMatch в попытке уменьшить ΔL . Именно тут не справляется денситометрия: для неё всё равно — что толстый слой чистой жёлтой краски, что тонкий слой грязной. Поэтому без представления о светлоте и насыщенности очень легко «вылететь» по жёлтой за пределы допуска стандарта, опираясь лишь на значение плотности. Таким образом, что на чистой, что на не совсем чистой жёлтой краске нам надо удерживать, в первую очередь, насыщенность или b -координату не менее 93, а светлота подскажет, когда валики пора смывать.

Координата a желтой краски или тон hue практически не зависят от изменения толщины наката — какой краску на заводе смешали, такой она и остается по тону. Бывает жёлтая и «холодная» ($a=-5$), и «тёплая», оранжевая на вид в банке ($a=-1$). Международный стандарт ISO, а за ним и ГОСТ приняли за номинал «холодный» жёлтый. Это надо учитывать при выборе краски: на «тёплом» жёлтом будет крайне трудно удержаться в рамках определённых стандартами отклонений ΔE до 5 от координат стандарта. С «тёплым» жёлтым неверный тон будет задавать отклонение Δa 3–4 при любом накате. Глазу отклонения жёлтой не

слишком заметны, но формально на «тёплой» жёлтой проще всего «вылететь» за допуски стандарта по ΔE 1976 от стандартизированных Lab-координат этой краски. Поэтому, чтобы обезопасить себя от претензий формалистов, лучше покупать стандартную «холодную» жёлтую, либо заранее предупреждать заказчиков, что в печати используется «тёплая» жёлтая краска с такими-то Lab-координатами. «Тёплый азиатский» жёлтый даёт плохой ненасыщенный (грязный) зелёный бинар, и это видно не только прибором, но и глазом. «Тёплый жёлтый» по большому счёту потребует также построения собственных ICC-профилей печати, так как стандартные профили от Fogra и ECI построены по замерам печати сбалансированными красителями, то есть с «холодным» жёлтым. Сбалансированность в данном контексте заключается в том, что достигается максимально возможная чистота и насыщенность всех бинаров.

Разница в поведении цвета **пурпурной краски** в сравнении с жёлтой состоит в том, что пурпурная краска как раз из всех трёх цветных максимально сильно меняет тон hue при изменении толщины наката. Особенно на краю охвата, то есть при высокой насыщенности. С увеличением толщины краскослоя пурпурная краска не только растёт по насыщенности Chroma, но и меняет тон hue в сторону оранжевой области. В какой-то момент по достижении высокой толщины краскослоя насыщенность пурпурной вообще перестает расти, лишь изменяется её тон. Стандарт остановился на таких координатах пурпура, когда насыщенность уже почти достигла пика, а тон только-только начал меняться. Свойство пурпура менять тон в зависимости от наката позволяет легко укладываться в стандарт как на желтоватых, так и на синеватых сортах бумаги: чуть больший накат пурпура на синеватой бумаге позволяет ему чуть сильнее сместиться в оранжевую область, то есть в противоположную от голубого тона влияющей на него подложки, и вписаться в допуски стандарта по ΔE . Удобство также состоит и в том, что насыщенность пурпура можно приравнять к a -координате. Увеличение

толщины краскослоя ведёт к увеличению её значения в той же степени, что и к увеличению насыщенности Chroma. То есть и для пурпура, и для жёлтого можно не переходить к координатам LCh и оперировать просто ab: пурпур накатываем по а-координате до значения 74, определённого стандартами для мелованной бумаги, а жёлтую — по b-координате. Пурпурная краска не позволяет достигать значений насыщенности ощутимо выше определённых стандартом даже на завышенной толщине наката: колористы прозвали такое поведение пурпурной краски «загогулиной»: когда при превышении толщины наката насыщенность практически не растёт, но меняется цветовой тон краски в сторону оранжевой области.

Определить верный накат **голубой краски** в координатах Lab не так просто — при изменении толщины наката активно меняются как а-, так и b-координаты. Неконтрастное изменение светлоты L не является надёжным показателем, поэтому и в случае с голубой краской самым удобным и правильным будет снова явное использование насыщенности Chroma из координат LCh. Насыщенность голубой краски по стандарту составляет $C=62$ для мелованной бумаги и $C=51$ для офсетной, и она также растёт с повышением толщины наката, и так же, как и у пурпура, растёт не беспредельно: после того, как насыщенность голубой превысит значение из стандарта, начинает меняться её цветовой тон hue в сторону синей области, а Chroma почти перестаёт расти. Самое удобное при определении толщины наката голубой краски — перевести спектрофотометр в режим отображения координат LCh и ориентироваться на показания по C.

К сожалению, не все спектрофотометры оснащены примитивной математикой для пересчёта Lab в LCh. Есть также класс спектрофотометров без собственного дисплея — только с компьютерным интерфейсом. В таких случаях удобно воспользоваться онлайн-инструментами по визуализации

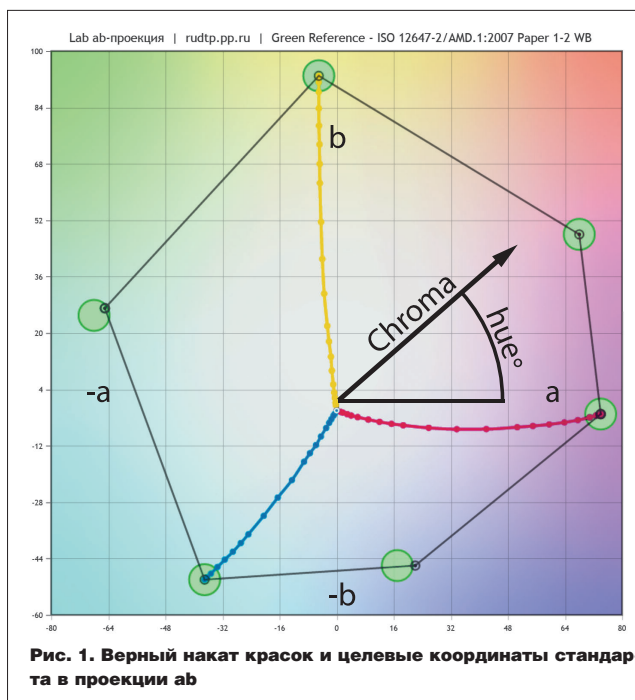


Рис. 1. Верный накат красок и целевые координаты стандарта в проекции ab

заций цветовых координат, пересчёту Lab в LCh и определению любой дельты: rudtp.pp.ru/colordiff.php и rudtp.pp.ru/spectralcalc.php. На рис. 1 показано, как выглядят в печати стандартные краски при оптимальном накате в проекции ab. Зелёной областью обозначены координаты и допуски стандарта для мелованной бумаги.

Контраст **чёрной краски** однозначно определяется её светлотой Lightness, а не насыщенностью Chroma. У хорошей чёрной насыщенность нулевая, то есть цветовые ab-координаты не меняются ни в зависимости от толщины краскослоя, ни в зависимости от растровой «разделки», и близки к нулю на нейтральной бумаге. В плохую и дешёвую черную краску подмешивают неликвидные цветные пигменты вместо их утилизации, и такую краску легко определить по её не нейтральному оттенку, хорошо видимому в координатах Lab. Чем толще накат чёрной краски, тем меньше значение светлоты L. Стандарты регламентируют светлоту чёрной краски не более 16 для мелованной бумаги и не более 31 для офсетной. В продвинутых типографиях чёрную краску осознанно накатывают на меловке с ещё меньшей светлотой — 12–14. Дело в том, что именно чёрная краска задает контраст оттиска — чем ниже светлота чёрной и выше светлота бумаги, тем выше контраст. А высокий контраст имеет едва ли не первосте-

пенное значение — он значит для качества не меньше, чем хорошая насыщенность цветных красок. Контраст офсетного оттиска значительно меньше привычных нам контрастов окружающего мира, поэтому чем выше мы можем поднять контраст оттиска, тем лучше — тем более комфортным и релевантным окружению становится его восприятие. Чёрная краска также участвует в создании объёма трёхмерной фигуры цветового охвата, и объём охвата растёт с понижением светлоты чёрной.

Роль денситометрии

в накате триадных красок не сведена стандартами до нуля. После того, как с помощью спектрофотометра определён правильный накат красок по цвету, удерживать его на протяжении всего тиража с помощью денситометра и можно, и нужно, и очень удобно. Денситометром промеряются образцы, для которых был установлен оптимальный накат по Lab и LCh, и измеренные значения плотности этих образцов удерживаются в процессе печати. Также денситометрия бесспорно удобна и полезна в контроле приращения полутонов и треппинга, но это уже тема для другой статьи.

Простые правила

Подводя итог, ещё раз коротко сформулирую **одним абзацем** простые правила правильного наката краски по колористике. Цветные накатываем по насыщенности Chroma а чёрную — по светлоте Lightness. Для жёлтой краски насыщенность равна b-координате, для пурпурной — а-координате, для голубой краски удобнее перейти из Lab в LCh, или оценивать длину вектора Chroma на графике в проекции ab. ■

Об авторе: **Михаил Сартаков** (rudtp.pp.ru@gmail.com), консультант в **YAM International**, главный технолог в «ОВА ПреПресс», технолог-колорист в «Буки Веди», автор некоммерческого интернет проекта для полиграфистов и колористов rudtp.pp.ru.