

Стандартизация по ГОСТ Р 54766.

Тонкости калибровки офсета (часть первая)

Опыт стандартизации офсетных производств с учётом требований современных стандартов.

Михаил Сартаков

Офсетные стандарты точно и, в основном, недвусмысленно указывают, какой результат мы должны получить на оттиске.

Но они при этом не говорят, какими инструментами и методами добиться нужного результата. Поэтому для стандартизации требуется методика, а не только текст стандарта. Уважаемые зарубежные организации — такие, как Fogra, Ugra, bydm, Gracol, System Brunner, разрабатывают и внедряют методики стандартизации, но в России после появления офсетного ГОСТ Р 54766 в 2011 г. методики его внедрения на производстве написано пока не было. В предлагаемой статье из двух частей автор попытается обобщить теоретические знания и практические наработки на уровне стандартизации в офсетной печати. За прошедшее со времени вступления в силу с января 2013 г. офсетного ГОСТ автор успел отладить выполнение его требований в нескольких типографиях. Пришло время поделиться накопленным опытом.

Три кита качественной печати

Согласно офсетному ISO 12647–2:2004 и его переводу ГОСТ Р 54766–2011 на печати нужно обеспечить в комплексе три качественных параметра — **колористику красок, градационные характеристики полутонов и баланс серого**. Причём обеспечить именно в комплексе: качества не получить, если пожертвовать хотя бы одним из этих трёх китов. В ГОСТ правда уделено не достаточно внимания балансу серого, но новый ISO 12647–2 от декабря 2013 г. это упущение исправил. Я вынес в заголовок статьи стандартизацию по скоростистому устаревающему ГОСТ, а не по новому ISO по единственной причине: в полном объёме внедрять на производстве новый ISO

до этой осени было преждевременно. Заказчики не готовили файлы в новом стандарте, так как дальше бета-версий пары цветовых icc-профилей ведущие игроки не продвинулись вплоть до 30 сентября 2015 г. Именно в этот день Fogra, ECI и bydm официально представили icc-профилей по новому ISO 12647–2:2013, но пока только для для мелованной и офсетной бумаги. Тем не менее, учитывать свежие веяния можно и нужно: стандартизируемся пока по ГОСТ, но уже с прицелом на близкое будущее, когда в один прекрасный день заказчики массово понесут в типографию файлы и цветопробы по новому ISO. Только долгое отсутствие официальных цветовых профилей от ECI и Fogra сдерживало прогресс. Профили 3 версии 2015 г. по новому стандарту существенно отличаются от профилей второй версии от 2007 г., тем не менее сам принцип трёх китов стандартизации остаётся неизменным. Полиграфисты успели сделать достаточно проб и ошибок, чтобы постепенно осознанно прийти именно к этим качественным параметрам.

Колористика

В недавнем прошлом российские офсетчики в массе своей колористикой не интересовались, цвет красок игнорировали и определяли плотности по поведению растискивания. Те, кто уже заглядывал в ISO или ГОСТ, знают, что эти стандарты строго регламентируют в первую очередь именно цвет краски, и только при условии правильного цвета можно двигаться дальше и заниматься полутонами — тем самым растискиванием. И здесь настало время перейти от вступительных рассуждений к практическому руководству по определению нужного наката краски. На этом этапе, как и на последующих, технологию пона-

добится спектрофотометр, желательно, с собственным дисплеем, а также сканирующий с компьютерным интерфейсом. В идеале — два спектрофотометра, поскольку денситометра совершенно не достаточно, чтобы обеспечить печать по стандарту. То есть, конечно, при оперативном контроле денситометра будет достаточно, но чтобы вывести для него нормы для конкретных красок и типов бумаги, всё равно понадобится спектрофотометр, работающий с цветом, а не с количеством света за определённым фильтром. Стандарты ISO и ГОСТ регламентируют цвет красок на разных типах бумаги в цветовых координатах CIE Lab. Цвет нельзя описать в единицах плотности, и стандарты справедливо оперируют именно цветом — с присущими ему светлотой, насыщенностью и тоном, а не толщиной краскослоя. Это справедливо — потребителю важен именно цвет и совсем не интересно, какой толщиной краски «испачкана» бумага.

Подменить «тёплое мягким» — цвет толщиной или плотностью — отечественные полиграфисты пытались десятилетиями. Не обращать внимания на цвет и смотреть только на плотности очень удобно — ответственности никакой, однако ни ISO, ни ГОСТ не регламентируют краски по плотностям, а только по цвету. Разница в колористике между ISO 2013 г. и ГОСТом 2011 г. состоит лишь в том, что при измерениях цвета используются разные фильтры: в фильтре M1 ISO больше ультрафиолета, чем в M0 ГОСТ. Причём это различие не критично, так как цветовые координаты Lab математически весьма точно трансформируются из одного фильтра в другой и обратно по методу, описанному с формулами в новом ISO. И эта трансформация доступна в дополнительных функ-

циях бесплатного спектрального калькулятора по адресу rudtp.pp.ru/spectralcalc.php как по алгоритму McDowell из ISO, так и по эвристическому спектральному пересчёту.

Чтобы выйти на требуемую стандарт колористику и зафиксировать её для своих красок в виде плотностей, технологи используют формулу цветового различия, иногда достаточно самой простой — CIE ΔE 1976. По этой же формуле определяются и допуски на отклонение от заданного цвета в разбираемых стандартах. Краска накатывается на тесте с различной толщиной, и технолог определяет по дельте минимальное отклонение от номинала, приведённого в стандарте. Может случиться и так, что краска ни на какой толщине наката не впишется в допуски, в таком случае потребуется её сменить. Тонкость момента состоит ещё и в том, что формула дельты не может заменить думающего технолога в процессе. Так, например, современные системы колориметрического управления накатом краски типа BestMatch могут неверно оценивать, надо ли добавлять или убавлять краску для наилучшего приближения к Lab-координатам стандарта.

Простая вроде задача, — жёлтая краска. У неё, как у любой другой — своя светлота (близкая, кстати, к светлоте бумаги), свои насыщенность и оттенок. И все эти параметры меняются при изменении толщины наката. Думающий технолог контролирует оттенок hue (бывает и тёплый, и холодный жёлтый, а разбираемые стандарты остановились на холодном) и будет прибавлять накат жёлтой краски до тех пор, пока насыщенность chroma не достигнет необходимого по стандарту значения. И если при этой насыщенности светлота жёлтой заметно снизится, технолог смоет краскоаппарат, даже заменит краску, но не снизит накат в ущерб насыщенности. Ведь именно насыщенность цветных красок задаёт необходимый цветовой охват, тогда как BestMatch запросто снизит накат в ущерб цветовому охвату, лишь бы немного увеличить светлоту на неподходящей или грязной жёлтой краске. Похожая картина наблюдается и на красках других цветов, и даже на чёрной. Алгоритмы не всегда могут заменить интеллект колориста

или будут скрытно учитывать иные параметры при первичном определении наката. Такие, как растискивание в полутонах, например, когда технолог твёрдо знает, что растискивание он поправит только следующим шагом — после того как разберётся с колористикой. Некоторые контрольные системы на печатных машинах, как, например, Axis у Heidelberg, даже не позволяют ввести целевые Lab-координаты, чтобы алгоритм «прицеливания» по дельте не врал и не вытворял ерунды с накатом — вводятся лишь непосредственно замеры спектров с ОК-оттиска.

Начинать стандартизацию надо именно с колористики, нельзя вначале откалибровать полутона, а потом менять толщину наката краски: он влияет на полутона, растискивание растёт и падает вместе с увеличением и уменьшением наката краски. Поэтому накат по колористике нужно выставить с самого начала калибровки, и уже под него обеспечить через пластины нужное растискивание. Да, толщина наката по-разному влияет на большую и маленькую растровую точку. Чем меньше точка, тем меньше она изменяется в геометрии при изменении в подаче краски. Именно поэтому при печати с линиатурой 200 lpi печатнику сложнее попасть в цветопробу, чем при 175 и, тем более, 150 lpi. Чем выше линиатура, тем больше цвет зависит не от искусства печатника, а от точности калибровки технологом, уровня точности цветопробы и даже правильного подбора оттенка и уровня светимости в ультрафиолете бумаги для цветопробы.

Именно по этой причине стохастическое растривание в офсете с чрезвычайно маленькой точкой практически никогда не может точно попасть в цветопробу, несмотря на прекрасную детализацию. Печатник вообще лишён возможности управлять цветом и корректировать нюансы на такой мелкой точке с помощью изменения краскоподачи. Да и менять её согласно стандарту можно лишь в узком диапазоне — большие отклонения в краскоподаче неминуемо приведут к превышению колориметрического допуска на отклонение от стандарта. Для всех красок во всех версиях офсетных стандартов установлен допуск на от-

клонение от номинальных значений ΔE 1976 до 5. Такой допуск с одной стороны не приводит к серьёзному видимому цветовому различию, с другой — реально достижим в каждойдневной офсетной практике. Определение номинального наката краски с минимальным колориметрическим отклонением от Lab-координат стандарта — это самый простой этап калибровки по стандарту, если технолог хотя бы немного разбирается в цветовых координатах Lab и LCh. Можно со спектрофотометром определить нужный накат прямо на машине, если опыт позволяет, мерить краски в Lab и подсказывать печатнику, прибавить ему краски или убавить для максимального сближения с координатами стандарта. И при достижении наилучшего результата зафиксировать его в качестве целевого для системы управления краскоподачей на печатной машине или для измерительного прибора печатника.

Можно запастись терпением, сделать много оттисков с разными накатами, обмерить их тщательно, посчитать на компьютере (автор проделывал всю калибровку по стандарту даже удалённо) и отобрать наиболее близкие к стандарту по дельте оттиски (рис. 1). Нужно обратить внимание на то, что разные измерительные приборы плохо согласуются между собой в денситометрии. Разница в определяемой оптически толщине краски, безупречно посчитанной из спектров с прибора технолога и снятой денситометром печатника на печатной машине может быть ощутимо большой — доходить до нескольких десятых D. И эту разницу вносит не только поляризационный фильтр. Поэтому, когда мы задаём толщину наката, исходя из колористики, принятые нами по цвету за идеал шкалы должны быть измерены именно тем прибором, который будет осуществлять оперативный контроль, нормы наката должны быть установлены именно для него. В том же случае, если за оперативный контроль будет отвечать не денситометрическая, а колориметрическая система, максимальное внимание надо уделить эталонным целевым Lab-значениям в этой системе. Не всегда будет правильным просто вбить в систему координаты цвета из стандарта — иногда требуется их неболь-

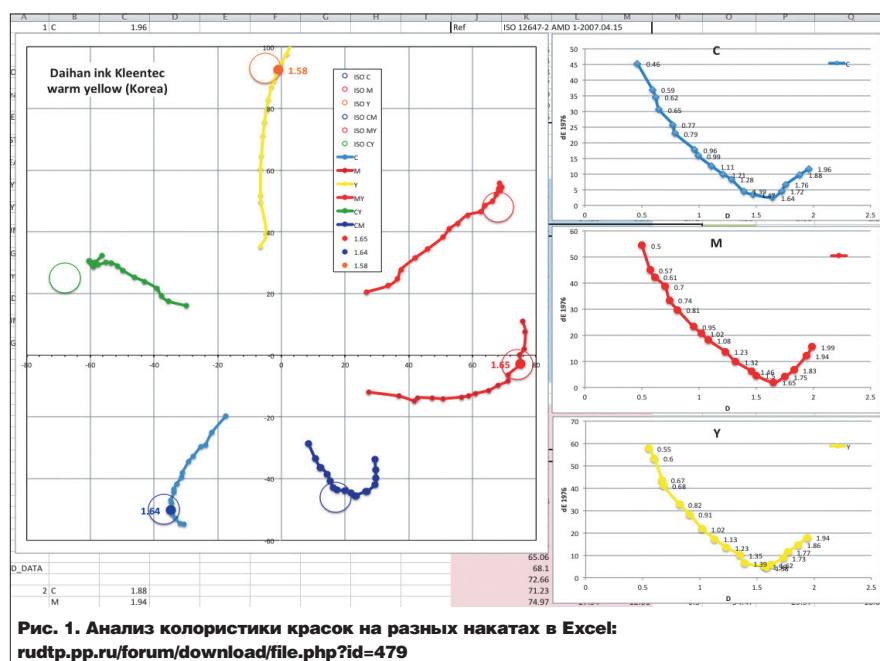


Рис. 1. Анализ колористики красок на разных накатах в Excel:
rudtp.pp.ru/forum/download/file.php?id=479

шая корректировка непосредственно под конкретные бумагу и краски. Тут мы не обманываем систему, а задаём ей верное направление, чтобы она не запуталась в том случае, когда физически не может достичь нереализуемых координат для данной пары бумага/краска. Сплошь и рядом в таких реальных парах цветовой тон hue на градус-полтора промахивается мимо цветового тона пары бумага/краска стандарта на любой толщине наката, сплошь и рядом при нужной насыщенности не достигается нужная светлота.

Упомянутый выше спектральный калькулятор поможет скорректировать цветные координаты красок под отличную по оттенку от ISO и ГОСТ тиражную бумагу по методу McDowell 2005, подробно описанному с формулами в новом ISO как tristimulus correction method. Все реальные сорта бумаги на производстве, как правило, светятся в ультрафиолете сильнее, чем бумага стандартов, производители красок этот видимый синий сдвиг учитывают в разной степени. И так же редко случается идеальное попадание красок в целевые координаты стандарта с дельтой ноль. Вдумчивое отношение, опыт, формула ΔE и метод McDowell помогут достичь наилучшего приближения к стандарту по колористике. Если отбросить детали, то установление нужного наката по колористике осуществляется по минимальной дельте или цветовому различию между вашими красками и координатами красок

стандарта. Посчитать разом дельты по всем существующим формулам между популярными цветовыми профилями, рекомендованными в ГОСТ, и замерами любых отпечатанных шкал или эталонов можно в калькуляторе цветовых различий rudtp.pp.ru/colordiff.php. Результат выводится в виде большого табличного отчёта, в котором кроме цифр все цветовые различия так же визуализируются.

Итак, всё промерив и обдумав, мы в результате зафиксировали колориметрически необходимый накат краски в приборе или пульте печатника для каждого типа бумаги. Следующим этапом будет собственно калибровка офсета — установление нужных градационных характеристик оттиска — правильных полутонов по стандарту на всем протяжении между бумагой и стопроцентной запечаткой.

Градационные характеристики

Обсуждаемые офсетные стандарты описывают поведение полутонов — градационные — плавными кривыми, вычисляемыми по формуле растискивания (dot gain) денситометрически или колориметрически по формуле TVI (tone value increase). Эти две функции — TVI и dot gain — похожи, но полного совпадения между ними нет, и они не коррелируют друг с другом ни через какие функции. То есть гладкая плавная градационная в единицах TVI будет ломаной в единицах dot gain и наоборот, на любых красках и сортах бумаги. Поскольку популярные профили цве-

тоделения от Fogra и ECI сглажены именно в координатах TVI, то и линеаризовать офсет лучше будет именно в этих единицах. Наибольшее расхождение между градационной кривой TVI и градационной кривой dot gain, посчитанное из одних и тех же измеренных спектров, наблюдается на голубой краске. Чтобы максимально их уравнять, в одной из технических спецификаций ISO* предложено при вычислении TVI голубой краски ввести в формулу так называемый z factor. Этот коэффициент в формуле увеличивает контраст голубой краски в пространстве CIE XYZ, позволяет оперировать кривыми TVI точно так же, как и более традиционными для полиграфии кривыми растискивания. Мы вернёмся к нему ещё не раз в этой статье.

Новый ISO 12647-2:2013 г. приводит формулы для вычисления целевых градационных кривых, тогда как в более старом ГОСТ Р 54766:2011 г. эти кривые приведены лишь графически, без формул. Также кривые нового ISO имеют иную форму, отличную от старых стандартов — приближённую к результату печати с линейных пластин СТР. Тогда как кривые ГОСТа описывают печать с плёочно-копировального формного процесса. То, что для этих кривых в ГОСТ нет формул — не беда. Офсетчики это упущение исправили задолго до появления ГОСТ: по адресу rudtp.pp.ru/TVI.php расположен калькулятор, вычисляющий табличные значения для любой градационной кривой любого офсетного стандарта и даже для всего пространства между этими кривыми. Формулы калькулятора для старого ISO и ГОСТ аппроксимированы полиномами от графических данных этих старых стандартов.

В 99% случаев, чтобы точно достичь на печатной машине заданной кривой стандарта для данной бумаги на правильном по колористике накате краски требуется **калибровка**. Каждый типографский RIP позволяет вводить как линеаризационные, так и калибровочные кривые, но одной линеаризации пластин не достаточно, чтобы обеспечить требуемую ГОСТом кривую TVI на оттиске. Для калибровки на заданном типе бумаги печатается с линейных пластин града-

* ISO TS 10128.

ционная шкала, примерно такая, как на рис. 2. Затем она измеряется, вычисляется TVI и отклонение от целевой кривой, в RIP вводится поправка к размеру точки в виде калибровочной кривой. RIP позволяют вводить поправку как в виде целевой и измеренной кривой TVI или dot gain, так и в виде непосредственно поправки к размеру точки. В первом случае компенсация размера точки на пластине рассчитывается RIP по известному ему алгоритму, во втором — нужные размеры точек надо рассчитать самостоятельно. Большая простота первого способа страдает от серьезного ограничения — кривую TVI можно внести в RIP лишь в одну итерацию, максимум в две (MetaDimension от Heidelberg), тогда как при управлении размером точки самостоятельно уточняющих итераций может быть сделано бесчисленное множество. Причём эти итерации не требуют проведения специальной тестовой печати многократно — достаточно регулярно промерять шкалки оперативного контроля с несколькими полутонами на коммерческих тиражах и обновлять актуальную кривую по результату. По опыту автора в офсете обычно нужно сделать несколько уточняющих итераций поправки пластин, чтобы градационные печати идеально уложились в целевые. Также если зимой в морозы и летом в жару температура в печатном цеху все же разная, потребуются разные сезонные калибровочные кривые. Поэтому регулярно измерять оттиски и поддерживать кривые в актуальном состоянии с помощью уточняющих итераций — вполне обычная задача для технолога. Площадь точки на пластине не всегда идеально совпадает с установленной в RIP, ошибка на полпроцента и выше — вполне типичная ситуация. Разумеется, чем меньше итераций до приближения к идеальным TVI — тем лучше, и тем вернее сработали алгоритмы, но практика подсказывает, что одного-двух подходов бывает недостаточно для высокоточной калибровки. И администрировать итерации к размеру точки очень просто, последняя относительная поправка суммируется с установленным в предыдущий раз значением точки. Тогда как арифметика суммарной итерационной поправки в единицах TVI слишком громоздка и не точна.

Очевидно, если на тесте в 50% полутоне получено растискивание 17, а по стандарту кривая проходит эту точку со значением 14, то разница в растискивании составляет 3. Однако поправка к точке на пластине естественно не 3. Новички упускают этот момент — правят точку на 3 и допускают фатальную ошибку. Ларчик открывается просто: алгоритму компенсации надо найти на шкале именно тот размер точки на пластине, который действительно дал в печати растискивание 14. Разница между этой точкой на пластине и собственно точкой 50% на пластине и будет искомой поправкой. Что же делать, если именно такой точки на шкале не оказалось? Допустим, мы напечатали полутона 40, 45, 50%, а растискивание 14 дала реально точка 48,2, которой нет на шкале. Мы же не будем всерьёз печатать шкалы с тысячей полутонами, чтобы среди них нашёлся искомый патч 48,2 — достаточно 15–30 значений градационной шкалы. На помощь технологу приходит математика — с помощью интерполирования измеренных шкал вычисляются промежуточные значения TVI на шкалах с любой дискретностью. Поскольку алгоритмов интерполяции математики разработали великое множество, точный ответ о размере искомой точки будет немного отличаться для каждого из них. Так, популярные кубическая интерполяция и особенно любимая CIE интерполяция многочленом Лагранжа подвержены выбросам и колебаниям, могут напоминать синусоиду между известными точками, расположенными практически на прямой,* тогда как монотонная интерполяция сплайнами Эрмита или в ещё большей степени интерполяция сплайнами Акимы — устойчивы к случайным выбросам и колебаниям даже в том случае, когда скачки присутствуют в интерполируемой таблице.

Алгоритмы интерполяции достаточно сложны, чтобы самостоятельно без серьёзной подготовки реализовать их в Excel, поэтому тут на помощь технологу снова приходит бесплатный калькулятор rudtp.pp.ru/dgcor/, позволяющий вычислить поправку к размеру растровой точки на пластине, исходя из данных TVI или dot gain, и предлагает на выбор несколько

* Феномен Рунге.

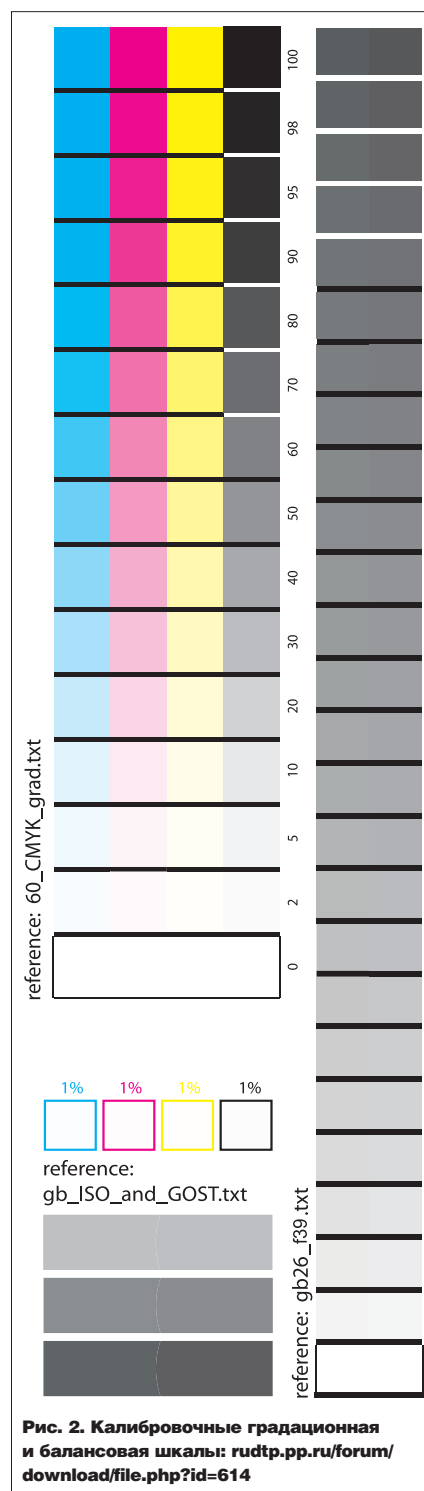


Рис. 2. Калибровочные градационная и балансовая шкалы: rudtp.pp.ru/forum/download/file.php?id=614

запрограммированных алгоритмов интерполяции. Выбор того или иного интерполирования для тех или иных данных зачастую обусловлен опытом и интуицией исследователя, а не точными математическими аргументами. Автор методом проб и ошибок пока остановился при калибровке на интерполяции сплайнами Эрмита из кубических полиномов. Отказаться от интерполяции вообще в пользу печати тестовых шкал, состоящих из тысячи полутонов, тоже не выход: неравномерный краскосъём такой большой

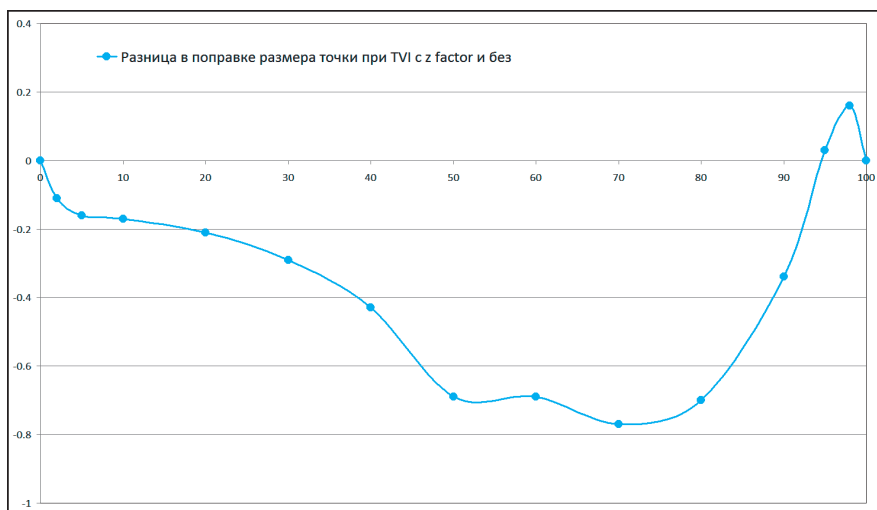


Рис. 3. Разница между компенсационными кривыми для голубой краски, посчитанными по формуле TVI с z factor и без него

шкалы и погрешность измерений приведут к существенно большей ошибке, чем разночтения в разных интерполяциях. Любая шкала с любым количеством полутонов интерполируется в калькуляторе в 10000 полутонов, поэтому точность вычисления компенсационной кривой до сотых долей процента точки на порядок выше необходимой: на практике достаточно вводить в RIP поправку к размеру точки с точностью до десятых долей. В калькуляторе назначается целевая кривая TVI для каждой краски (напомню, что по ГОСТ кривая чёрной краски отличается от триадных, а по новому ISO не отличается), вводятся данные TVI красочной секции калибруемой печати и затем из разницы между ними вычисляется поправка к размеру точки на пластине — компенсационная или калибровочная кривая в виде удобной таблицы, которая затем вводится в RIP.

Существует несколько важных моментов, которые надо иметь в виду при калибровке офсета с помощью компенсации формных пластин. Целевые кривые TVI из старого ISO и его перевода ГОСТ точно не совпадают с кривыми TVI популярных профилей цветоделения от ECI и Fogra. В теории должны бы совпадать, но на практике Fogra на процент-полтора по всем краскам «промахнулась» мимо кривых стандарта. К слову отмечу, что в кривые TVI нового ISO 2013 г. новые профили III версии от ECI и Fogra попадают идеально. Но поскольку файлов в III версии профилей заказчики пока не готовят, и сами эти профили лишь только появились этой осенью, то пока мы работаем с прошлой версией стан-

дарта или ГОСТом. Поэтому перед технологом встает непростой выбор — «целиться» на RIP и, соответственно, на оттиске в кривые стандарта или в кривые популярных цветовых профилей ECI второй версии? Ведь цветопробы заказчика принесут по этим профилям, слегка отклоняющимся от ГОСТ. Разница со стандартом небольшая, но она есть. Упомянутый калькулятор компенсации точки предлагает на выбор целевые кривые не только стандарта, но и популярных цветовых профилей и даже усреднённые кривые между стандартом и профилями ECI и Fogra. Технологию предоставляется возможность творчески подойти к калибровке и самостоятельно выбрать между предложенными тремя вариантами целевых кривых TVI, а также между разными алгоритмами интерполяции и даже степенью сглаживания: сглаживание погрешности замеров так же реализовано в калькуляторе поправки к точке. Иными словами, однозначного математического ответа при калибровке не существует, RIP предлагают единственный возможный ответ в силу примитивизации алгоритма компенсации по единственному им доступному методу интерполяции, но не факт, что этот ответ однозначно верный. Нет, он просто единственно возможный в RIP, но не единственный верный, тогда как самостоятельное вычисление поправки с помощью упомянутого калькулятора позволяет гибко управлять всеми параметрами и найти наиболее подходящие для непосредственно своих отпечатанных шкал.

Но есть и ещё один нюанс при калибровке офсета, о котором также

имеет смысл рассказать. Упомянутый ранее z factor в формуле расчёта TVI голубой краски ведёт себя не так однозначно, как хотелось бы. С одной стороны, вроде удобно, когда кривые трёх цветных красок равны, ведь так в стандарте. Чтобы уравнивать голубую с двумя другими красками, z factor необходим. Если уравнивать TVI без него, будет явный голубой сдвиг всего цветового баланса на оттиске, растискивание голубого будет заметно выше двух других красок. С другой стороны, z factor не применим при линеаризации на больших цветовых охватах (больше офсетного), поскольку привносит в глубоких насыщенных голубых тенях существенную ошибку. Да и в офсете разница поправки, посчитанная для голубой краски с z factor и без него, имеет нелинейный вид (рис. 3). То есть, если посчитать TVI так и так, посчитать от них разницу с той и другой целевой кривой, то есть выполнить все расчёты без z factor в формуле TVI, а потом — с ним, результат поправки к размеру точки получится разным, и максимальное отличие будет наблюдаться в тенях в области 70% полутона. Калькулятор компенсации размера точки на пластине имеет в арсенале в том числе и целевую кривую профилей ECI и Fogra голубой краски без z factor, однако в стандартах (как в старых, так и в новом) такой целевой кривой TVI просто нет, а между тем для разных голубых красок и для голубой краски, использованной Fogra, отношение между TVI и TVI с z factor будет различным. Ответ на главный вопрос — так нужно ли при калибровке офсета использовать z factor для вычисления целевой и измеренной кривой TVI голубой краски — будет аргументированно дан во второй части статьи, когда мы разберём третьего кита качественной печати — баланс серого. ■

Продолжение читайте в следующем номере Publish.

Об авторе: **Михаил Сартков** (rudtp.pp.ru@gmail.com), главный технолог препресса **PreMedia Service** (Москва), технолог по цвету книжной типографии «**Буки Веди**» (Москва), технолог по цвету журнальной типографии «**ПСП**» («Полиграф Сервис Плюс», Владивосток), автор проекта для полиграфистов и колористов **rudtp.pp.ru**.