

Стефан Стефанов

**ОЦЕНКА  
ПЕЧАТИ ОТТИСКОВ**

Издательство «Репроцентр М»  
Москва, 2003 г.

УДК 655.32/.39

ББК  $\frac{37.8}{C 79}$

*Высшая форма доверия это проверка.  
В. Ленин*

*Доверяй, но проверяй.  
Русская пословица*

**Стефан Стефанов.** Оценка печати оттисков. М., «Репроцентр М», 2003 г., с.38 с ил.

Под редакцией  
Юлианны Стефановой

ISBN 5-94939-006-7

© С. Стефанов  
© Издательство «Репроцентр М», 2003 г.

Технический персонал полиграфического предприятия контролирует весь процесс изготовления издания, тогда как заказчик в большинстве случаев получает уже отпечатанную продукцию либо приходит в типографию на приладку перед печатью тиража, чтобы подписать контрольный (пробный) оттиск, на который будет ориентироваться печатник при исполнении заказа.

Оттисками называют изображения на запечатываемом материале, полученные полиграфическими способами печати с использованием печатной краски.

В первую очередь определим, по каким параметрам и как оценивается качество оттисков, а затем приступим непосредственно к шкалам контроля печатного процесса.

### **Полиграфическое репродуцирование**

Технологический процесс полиграфического репродуцирования с изготовлением печатных оттисков включает регламентированные режимы и последовательность технологических операций, которые проводятся с использованием технических средств и материалов, необходимых для изготовления печатной продукции. С технологическим процессом неразрывно связаны и контрольные операции:

- оценка качества печатной продукции на каждом этапе ее изготовления;
- контроль соответствия печатных форм и печатных материалов требованиям печатного процесса и оборудования;
- регулирование печатного процесса в зависимости от характеристик используемых печатных форм, краски и бумаги.

Согласование процессов, режимов и материалов, а также оценка результата являются необходимым условием получения высококачественной печатной продукции. И конечно, все исполнители должны обладать профессиональными навыками, для того чтобы грамотно проводить технологические операции и оценивать изготавливаемые изделия.

### **Точность воспроизведения оригинала на печатном оттиске**

Цель полиграфического воспроизведения состоит в возможно более точном воспроизведении изображения оригинала на оттиске. Но, к сожалению, по объективным причинам абсолютно идентичное воспроизведение полутоновых, в особенности цветных, изображений оригинала практически недостижимо.

В наиболее распространенном случае, когда оригинал представляет собой фотографическое полутонное изображение на фотопленке (слайд), это объясняется следующими причинами:

- оттиск изготавливается на иной подложке, нежели оригинал;
- печать, как правило, производится на бумаге, а оригинал (слайд) изготовлен на фотопленке;
- несоответствие цветового охвата оттиска и оригинала. Поскольку спектральные характеристики пигментов печатных красок и красителей фотопленок различаются, изображения на оттиске и слайде будут иметь разный цветовой охват, а значит, и визуально будут восприниматься по-разному;
- оттиск всегда имеет растровую структуру, в то время как у оригинала, как правило, непрерывная структура полутона и контура. Следует, однако, заметить, что растровая структура не всегда отрицательно сказывается на точности воспроизведения цвета, но существенно влияет на передачу тонких линий контуров и мелких деталей полутонного изображения;

- оттиск обычно имеет другой масштаб, нежели оригинал. Изменение масштаба влечет за собой соответствующие изменения в восприятии мелких деталей, светлоты и насыщенности цвета. Это можно компенсировать только опытным путем, меняя градационную кривую репродуцирования. Однако точные закономерности такой компенсации при полиграфическом воспроизведении изображения неизвестны;
- интервал оптических плотностей ( $D = D_{\max} - D_{\min}$ ) у оттиска меньше, чем у оригинала. У слайда эта величина редко бывает ниже  $2,50 D$ , в то время как у оттиска не превышает  $1,95 D$ .

Принимая во внимание все вышеизложенное, можно сделать очень существенный вывод: *расхождения между изображениями на оригинале и оттиске практически неизбежны.*

### **Точность воспроизведения цвета на оттиске**

Для цветных изображений советский ученый Н. Д. Ньюберг (в главе 8 книги А. Клейна «Цветная кинематография», Госкиноиздат, 1939 г., с. 287 — 295) предложил использовать три уровня точности воспроизведения цвета на печатном оттиске: физический, физиологический и психологический.

*Физическая точность* воспроизведения цвета на оттиске не может быть реализована в полиграфии, так как спектральные характеристики печатных красок существенно отличаются от спектральных характеристик красителей оригиналов, что уже было отмечено ранее.

*Физиологическая точность* воспроизведения цвета на оттиске, или, согласно более поздней терминологии, *колориметрическая точность*, означает, что цвета, созданные красителями с разными спектральными характеристиками, визуально будут восприниматься одинаково (метамерия цветов) при одинаковой спектральной характе-

ристике освещения. При изменении спектра освещения цвета становятся визуально различимыми. Физиологическая точность возможна только при условии, что цветовой охват изображения оригинала не выходит за пределы цветового охвата применяемых при печатании оттиска красок и бумаги. В противном случае, т. е. при частичном перекрывании, физиологическая точность невозможна. И тогда воспроизведение цвета на оттиске можно оценивать только в рамках психологической точности.

Рассмотрим понятие *психологической точности* воспроизведения цвета на оттиске на конкретных примерах. Допустим, перед нашими глазами цветное изображение, напечатанное на белой бумаге офсетным способом. На нем есть большие незапечатанные участки бумаги и участки, запечатанные насыщенными красками, — красные помидоры, зеленая трава, голубое небо. Это изображение можно рассматривать в самых разных условиях: при солнечном дневном освещении, вечером при лампах накаливания, при свечах или под Луной. Известно, что солнечный дневной свет — белый, свет лампы накаливания — желтый, свечей — оранжевый. Однако при всех видах освещения мы видим поля бумаги — белыми, помидоры — красными, траву — зеленой, небо — голубым (свои коррективы в соответствии с жизненным опытом вносит мозг), хотя на самом деле по спектру это не так. Только при лунном свете изображение будет намного контрастнее и с металлическим оттенком. Человек — дневное существо, и особенности нашего ночного зрения таковы, что ночью для человека все кошки черные, а помидоры — спелые.

Спектральные характеристики цвета оригинала и оттиска могут быть разными. Даже если некоторые оттенки цвета на оттиске отсутствуют, мозг все равно внесет соответствующие изменения в восприятие при условии, что соотношения (цветовой контраст) между отдельными оттенками цвета сохранены.

Многие даже не подозревают, что не различают цветовой контраст между некоторыми оттенками цвета. Среди нас живет около 6 % дальтоников, и изображения для них являются такими же цветными, как и для всех остальных.

Вероятнее всего, белый свет мы должны рассматривать как общее освещение оттиска, цветное изображение — как наличие визуально различимого контраста между деталями изображения, а восприятие цвета — как работа глаза и мозга. Глаз и мозг на базе практического опыта и памяти корректируют цвет с учетом общего освещения. Поэтому в полиграфии при оценке цветных изображений на оттиске критерии «памятные цвета» и «баланс по серому» являются определяющими.

И если вернуться к оценке изображения на оттиске, то следует заметить, что психологической точности воспроизведения обычно бывает вполне достаточно.

Необходимо также учесть, что очень редко оттиск и оригинал рассматривают вместе и сравнивают. Такое сравнение, как правило, происходит на бессознательном уровне. Поэтому самые большие сложности возникают с памятными цветами — цветом неба, травы, овощей, фруктов и особенно телесными. Для этих цветов любой посторонний оттенок сразу замечен и психологически неприятен: очень неприятно, когда лицо на оттиске имеет синий или явно выраженный розовый или зеленый оттенок.

Итак, подведем черту. В полиграфии психологическая точность воспроизведения цвета на оттиске является определяющей при его визуальной оценке, как при наличии, так и при отсутствии оригинала.

Следовательно, психологически точное воспроизведение можно считать необходимым и достаточным требованием, предъявляемым к качеству печатной продукции.

Правда одна: *визуальное восприятие изображения иллюстрации на оттиске является высшей формой оценки преобразования и коррекции изображения, а также синтеза его цвета на полиграфическом оттиске.*

Следовательно, основным критерием оценки качества цветного изображения на оттиске необходимо считать поведение и реакцию потребителя печатной продукции. Если при рассматривании оттиска у потребителя не возникает желание критиковать изображение или давать рекомендации по коррекции, то можно считать, что оттиск качественный. Никакие ОСТы и ГОСТы, а тем более любые цифровые параметры не воздействуют на потребителя печатной продукции и не могут его заставить изменить свое мнение, если изображение на оттиске у него вызывает отрицательные эмоции и желание что-то изменить.

Согласно подходу системы качества, качество — это совокупность характеристик объекта или услуги, имеющая отношение к способности удовлетворить установленные или предполагаемые требования потребителя.

И в завершение наших рассуждений выделим основную задачу, которую решают полиграфические технологии: *высококачественная печать цветных изображений с максимальным приближением воспроизведения цвета к оригиналу в соответствии с требованиями заказчика и психологией восприятия потребителя.*

### **Методы оценки качества оттисков**

Существует два метода оценки качества оттисков: интегральный и параметрический.

Интегральная оценка проводится в целом по зрительному впечатлению ряда наблюдателей, которые выражают свое мнение интегрально, по всей совокупности признаков. При усреднении даваемых ими оценок удается получить достаточно достоверное представление о качестве репродукции. Визуальную оценку выражают словами «хорошо», «лучше», «отлично», «плохо», не выделяя, что же именно воспроизведено хорошо и что не очень. Эту оценку еще можно определить как психологическую (потребительскую).

Второй метод представляет параметрическую визуальную и инструментальную оценку качества оттисков по

отдельным показателям. В результате визуальной оценки можно выяснить, как те или иные технологические факторы влияют на тоно- и цветовоспроизведение, и выбрать оптимальные режимы, например, изготовления фотоформ, печатных форм, печатания и др. Инструментальная оценка признаков качества проводится при помощи приборов и сопровождается указанием технологических факторов и режимов — причин, приводящих к изменению данного признака.

Параметрические оценки можно определить как производственные или профессиональные. Скорее всего, это оценки режимов и условий проведения самого технологического процесса, а не качества производимого продукта.

Инструментальную и визуальную оценку качества цвето- и тоновоспроизведения оттиска проводят в следующих случаях:

- когда нужно установить соответствие между изображениями на оттиске и оригинале (оттиск сравнивается с оригиналом);
- когда требуется установить соответствие между тиражным оттиском и цветопробой или пробным оттиском (это можно сделать объективным методом — путем денситометрического или спектрофотометрического контроля);
- при контроле тиражестойкости печатных форм и оценке стабильности процесса печати тиража (сравниваются оттиски, сделанные в разное время печати тиража).

Интегральная и параметрическая оценки качества связаны между собой и взаимозависимы: первая формируется на базе второй. При этом отдельные параметры качества могут очень существенно сказаться на результате интегральной оценки. С другой стороны, дать объективную интегральную оценку оттисков на основе значений параметрических оценок довольно сложно, так как трудно выделить и оценить весомость отдельных параметров качества с точки зрения потребителя.

## Параметры качества оттисков

Для каждого технологического процесса в первую очередь определяют те параметры (показатели), изменение которых значимо и заметно, и те, которые зависят от регулируемых технологических факторов и режимов.

При визуальной оценке оттисков отдельные показатели необходимо располагать в порядке их значимости. Такое ранжирование представляет сложную задачу, потому что значимость показателей качества может сильно изменяться в зависимости от изображаемого объекта. Например, для одних объектов важно передать больший контраст, для других — мелкие детали, для третьих — плавность тоновых переходов или точность воспроизведения отдельных цветов и цветовых оттенков и т. д.

Для примера приведем перечень базовых показателей качества оттиска:

- воспроизведение чистых цветов (голубого, пурпурного, желтого, черного) при разной относительной площади растровой точки 10, 20 ... 90 и 100%;
- точность воспроизведения цветов на тиражных оттисках по сравнению с пробным оттиском или аналоговой цветопробой;
- воспроизведение градации тонов и мелких деталей в светах оригинала;
- воспроизведение градации тонов и мелких деталей в тенях оригинала;
- воспроизведение «памятных цветов» (телесных, цвета зелени, неба и т. д.);
- воспроизведение белого, серого и черного.

Визуальная оценка отдельных показателей качества особенно важна, когда речь идет о таких дефектах, как неравномерность тона плашки или больших однородных фоновых участков и деталей изображения. Глаз быстро улавливает даже малейшие нарушения в плавности тональных и цветовых переходов, скажем, на изображении неба. Про-

следить же за таким нарушением по денситометрическим данным довольно трудно (так как на измерение и обработку результатов требуется много времени), а порой и просто невозможно. Большинство людей легко замечают даже небольшие искажения памятных цветов, например на лице, и не обращают внимания на серьезные (судя по показаниям денситометра) цветовые искажения фона или психологически малозначимых деталей изображения.

Однако хотя психология зрения играет немалую роль в оценке качества изображений на оттиске, на отдельных стадиях технологического процесса необходим объективный инструментальный контроль. Прежде всего это относится к оценке качества оригинала, подбору режимов изготовления фотоформ, печатных форм и оттисков, а также к проверке конечных продуктов каждой стадии технологического процесса (фотоформ, печатных форм).

Один из самых распространенных методов инструментального контроля — денситометрический. Он проводится с помощью денситометров, спектрофотометров и спектроденситометров и применяется на всех стадиях репродукции — от оригинала до оттиска.

При визуальном контроле восприятие цвета и оттенков серого тона субъективно. Один и тот же цвет каждым человеком воспринимается по-своему, в зависимости от эмоционального состояния, опыта, окружающего фона, целей и возраста. При денситометрических измерениях оценка всех параметров объективна. Однако чтобы свести к минимуму возможное влияние конструктивных особенностей (фильтров, диафрагмы, источников света, принципов преобразования измеряемых световых потоков) на всех этапах технологического процесса, желательно применять денситометры одного производителя.

## Денситометры

Денситометрами называются оптико-электронные приборы для объективного контроля качества полутоновых и

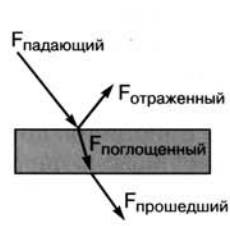
растровых негативов, диапозитивов, слайдов, цветных и черно-белых оригиналов и печатных оттисков. Несмотря на то что название этих приборов образовано от density — плотность, они измеряют количество отраженного или прошедшего через образец света и уже из этой величины вычисляют оптическую плотность. При этом, если требуется измерить многокрасочный оттиск, денситометр с помощью светофильтров выделяет из видимого спектра отраженного света одну из трех зон (синюю, зеленую или красную) и вычисляет оптическую плотность соответствующей краски (желтой, пурпурной или голубой) из коэффициента отражения в этой зоне.

Оптическая плотность ( $D$ ) — это мера пропускания света для прозрачных объектов и отражения для непрозрачных. Количественно она определяется как десятичный логарифм величины, обратной коэффициенту пропускания (отражения) (рис. 1).

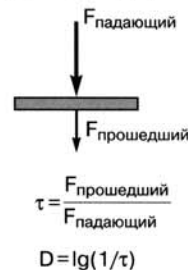
В полиграфии оптическая плотность используется для оценки издательских оригиналов, промежуточных изображений (фотоформ) и оттисков.

Различают две схемы построения денситометров: для работы в проходящем свете и для работы в отраженном свете.

#### Общий случай



#### Для фотоформ



#### Для оттисков



Рис. 1. Физический смысл понятия «оптическая плотность».

$F$  — падающий, отраженный, поглощенный или прошедший световой поток;  $\tau$  — коэффициент пропускания;  $\rho$  — коэффициент отражения;  $D$  — оптическая плотность.

## Принципиальные схемы построения денситометров

В денситометрах, работающих в отраженном свете (рис. 2), измеряемый участок освещается источником света (1), находящимся в самом приборе; падающий направленный нормализованный поток света (2) проходит через слой краски (3) и поверхностный слой непрозрачной подложки (4). Часть потока поглощается подложкой, а оставшаяся часть (5) отражается от нее и, пройдя через светофильтр (6), попадает в приемник денситометра (7). По соотношению падающего и отраженного света денситометр определяет коэффициент отражения и вычисляет заданный пользователем параметр (оптическую плотность, относительную площадь растровых элементов и т. п.). Денситометры отраженного света используются для контроля оригиналов, изготовленных на непрозрачной подложке, пробных и тиражных оттисков.

В денситометрах, работающих в проходящем свете (рис. 3), измеряемый участок просвечивается световым потоком (2), проходящим не только через поверхностный слой (3), но и

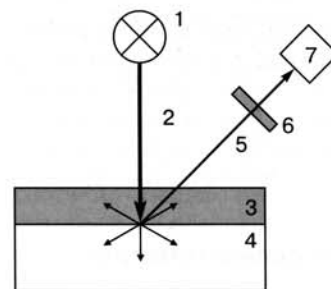


Рис. 2. Схема построения денситометра для работы в отраженном свете.

1 — источник света; 2 — падающий нормализованный поток света; 3 — слой краски; 4 — непрозрачная подложка; 5 — отраженный поток света; 6 — светофильтр; 7 — приемник света.

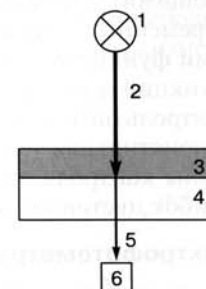


Рис. 3. Схема построения денситометра для работы в проходящем свете.

1 — источник света; 2 — падающий нормализованный поток света; 3 — проявленный фотослой, или слой красителя; 4 — непрозрачная подложка; 5 — прошедший поток света; 6 — приемник света.

через подложку (4). Слой и подложка поглощают часть проходящего потока, а оставшаяся часть (5) попадает в приемник денситометра (6). Денситометр сравнивает количество света, прошедшего через образец, с количеством света, падающего на него, и определяет коэффициент пропускания как отношение прошедшего светового потока к падающему. Денситометры пропускания используются для контроля оригиналов, изготовленных на прозрачной основе (слайдов, негативов) и фотоформ. Используя эти приборы, можно проводить калибровку выводного устройства и выбирать режимы экспонирования и проявления фотоплёнок.

В концепции денситометров обоих типов отражены все тенденции развития контрольно-измерительного приборостроения:

- использование микропроцессорной техники;
- вывод результатов измерения на видеозэкран;
- автоматизация измерений и их быстрого преобразования;
- выдача результатов в графической форме; соединение с периферийными (управляющими, считывающими, преобразующими, записывающими, печатающими) устройствами.

Современные денситометры оснащены всеми перечисленными функциями. Однако для различных целей набор этих функций может варьироваться: для печатника необходим контроль оптических плотностей, растискивания, красковосприятия; для технолога, кроме всего перечисленного, нужны контроль зачерненности (чистоты цвета) красок, ошибок цветового тона и т. п.

### Спектрофотометры и спектроденситометры

Для измерения величин, характеризующих оптическое излучение, используются фотометры. Принцип таких измерений состоит в определенном пространственном ограничении потока излучения и регистрации его приемником с заданной спектральной чувствительностью. Приемником

в фотометре может служить глаз или физический прибор (датчик). Соответственно различают визуальные (зрительные) и физические фотометры. Конструкции современных фотометров чрезвычайно разнообразны и определяются главным образом их назначением. Например, освещенность измеряют люксметрами, яркость — экспонометрами. Для определения спектральных характеристик световых потоков, растворов, веществ и окрашенных сред (красок, красителей) применяют спектрофотометры, которые объективно количественно оценивают цвет через спектр излучения (пропускания, отражения). Для сравнения: денситометры объективно количественно оценивают силу (мощность) светового потока, который прошел сквозь вещество или отразился от поверхности. Ширина спектра этого потока определяется применяемым светофильтром.

В спектрофотометре видимый спектр разбивается на большое количество зон, и интенсивность излучения измеряется в каждой из них. Результат измерения представляется в виде графика зависимости интенсивности, например, отраженного света от длины волны (рис. 4).

В полиграфии спектрофотометры применяются для калибровки настольных издательских систем и при разработке и изучении красок, бумаги, светофильтров. Они используются также и для определения, сохранения и передачи измеренных характеристик цвета либо их CIE Lab-, CMYK- или RGB-эквивалентов с помощью соответствующего программного обеспечения. Его также можно использовать совместно с программой управления цветом для создания собственных цветовых профилей.

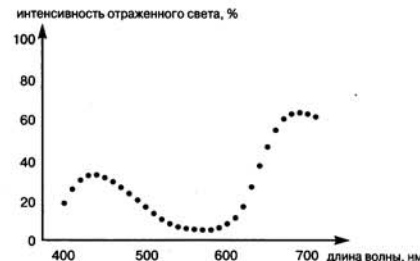


Рис. 4. Пример спектра отражения, построенного спектрофотометром для измеряемого образца.

В последнее время все более широкое распространение получают приборы, называемые спектроденситометрами, которые сочетают возможности спектрофотометра и денситометра в одном устройстве. По своей сути спектроденситометры — это спектрофотометры, но только с расширенными вычислительными возможностями. Они могут определять спектр отражения (или пропускания) образца по большому количеству зон и вместе с тем могут вычислять оптическую плотность в более широких интервалах длин волн (например, при разбиении спектра на три зоны) на базе измерений по большему числу более узких зон. Они идеально подходят для контроля смешивания красок, контроля цвета в допечатном и печатном цехе, колориметрических и тестовых лабораториях.

#### **Денситометрические показатели при оценке печатного процесса и оттиска**

Важнейшими объективно оцениваемыми (денситометрическими) характеристиками цветных изображений на оттиске являются:

- максимальная оптическая плотность (плотность плашки);
- интервал оптических плотностей;
- изменение оптической плотности;
- относительная площадь растровых элементов;
- воспроизведение серой и цветных (по отдельным печатным краскам) шкал;
- баланс «по серому»;
- переход красок при многокрасочном наложении (треппинг);
- загрязненность (чистота цвета) на оттиске.

#### **Оценка и шкалы**

##### *Базовые идеи построения шкалы контроля печатного процесса*

Процесс печати во многом является процессом вероятностным, и конечный результат имеет определенную долю неопределенности.

Тогда возникает вопрос, как дать печатнику нечто такое, на что он мог бы ориентироваться. Это не означает точного задания условий печати — их воспроизвести невозможно. Скорее всего, для интегральной оценки и сравнения — это пробный оттиск, но и он — всего лишь приближение к тому, что может напечатать печатная машина. Для проведения визуальной и инструментальной оценки процесса печати по отдельным параметрам печатник использует контрольные шкалы. Они дают ему возможность отдельно оценивать протекание процессов и результаты своих действий, связанных с управлением печатной машины и процесса печати.

Меняя отдельные параметры и режимы печатного процесса, печатник пытается реализовать свои цели, решая задачи по прогнозированию результатов печати. Однако можно реально утверждать только одно: результаты печати всегда будут оставаться неопределенными с допустимой степенью вероятности, как и любой прогноз.

Попробуем глубже вникнуть в сущности процесса печати и понять, что там происходит. На полиграфическом оттиске краски накладываются одна на другую и поэтому (особенно при печатании на многокрасочных машинах) не могут контролироваться по отдельности. Однако подача краски в печатной машине регулируется в каждой печатной секции, поэтому необходимо знать значение оптической плотности для каждой краски. Выход из этого противоречия дают контрольные шкалы.

При подготовке печатной машины к печати, получении контрольного оттиска и печатании тиража печатник контролирует и оценивает все происходящее по изображению на оттисках и по контрольной шкале печатного процесса. Следует здесь отметить, что любая контрольная шкала должна быть с более высокой чувствительностью к изменению отдельных параметров печати и отражать эти изменения более эффективно и наглядно, чем на самом изображении оттиска.

По определению контрольная шкала печатного процесса — это комплект контрольных элементов, полей и тест-объектов, который присутствует на оттиске и позволяет оценивать и контролировать отдельные параметры печатного процесса или их суммарный эффект во время печатания или уже по готовой продукции.

Разработано множество контрольных шкал, различных по структуре и по строению отдельных контрольных элементов. Однако все они обязательно имеют элементы для контроля и оценки таких параметров печатного процесса, как:

- общая подача краски;
- переход краски при наложении слоев разных красок на оттиске (треппинг);
- баланс «по серому»;
- баланс «вода — краска»;
- растискивание печатных элементов на оттиске;
- скольжение;
- двоение и дробление печатных элементов на оттиске;
- совмещение красок (цветоделенных красочных изображений) на оттиске;
- контраст печати в тенях растрового изображения;
- воспроизведение растровых элементов в светах и глубоких тенях.

Для всех этих показателей установлены нормы и допустимые отклонения, которые регламентируются отраслевыми стандартами. Выполнение рекомендаций этих стандартов способствует нормализации синтеза цвета на оттиске и, следовательно, повышению качества печатной продукции и точности воспроизведения цвета на оттиске. Однако нормы стандартов — это всего лишь рекомендации, и они должны быть реализованы на конкретном предприятии в соответствии с условиями этого предприятия. Тупое следование этим рекомендациям, как правило, не дает ожидаемых результатов.

Контроль печатного процесса по шкалам проводят визуально и с применением измерительных приборов — лупы, измерительной лупы, денситометра, спектроденситометра.

Чтобы можно было разобраться в любых незнакомых контрольных шкалах печатного процесса, нужно знать общие принципы их построения, т. е. какие элементы контроля существуют и какие параметры и как по ним оцениваются.

### **Общая подача краски**

Общую подачу краски контролируют по плашкам — полям шкалы с относительной площадью растровой точки 100%. Плашки могут иметь форму квадрата, прямоугольника, полосы, круга и т. д. (рис. 5). В шкале их будет столько, сколько красок необходимо контролировать. В самом распространенном случае — при 4-красочной триадной печати — в шкале должны быть плашки желтого (Y), пурпурного (M), голубого (C) и черного (B) цвета. Если при печатании тиража используют дополнительные краски, например смесевые (Pantone) или металлизированные, то количество контрольных элементов (полей) соответственно увеличивается.

Оптическую плотность плашки на оттиске измеряют денситометрами и при этом обязательно учитывают белизну бумаги (т. е. сначала замер производится на незапечатанном участке бумаги и это значение принимается за 0,0 D). Для триадной печати на разных сортах бумаги существуют нормированные значения оптической плотности плашки для каждой краски (табл. 1, 2, 3).

По технологическим инструкциям на процессы офсетной печати допустимые отклонения для зональных плотностей



Рис. 5. Элементы контроля общей подачи краски.

по цветным краскам при печатании на мелованной бумаге составляют  $\pm 0,05D$ , в остальных случаях —  $\pm 0,10 D$ . Если при печати значения плотности плашек ниже рекомендуемых, изображение будет ненасыщенным и менее контрастным, если выше — получится «жирный» оттиск с заваленными тенями и очень насыщенными плашками, изображение станет темнее и уменьшится его контраст.

### Треппинг

При многокрасочной печати особое значение имеет наложение красок, потому что краска по-разному переходит на бумагу, на высохший и на сырой слой краски. При печа-

Таблица 1

Значения оптической плотности плашки для листовой офсетной печати (технологические инструкции на процессы офсетной печати, разработанные ВНИИ полиграфии)

| Краска      | Бумага   |      |            |      |                              |      |
|-------------|----------|------|------------|------|------------------------------|------|
|             | офсетная |      | мелованная |      | мелованная высокого качества |      |
|             | №2       | №1   | глянц.     | мат. | глянц.                       | мат. |
| голубая     |          |      |            |      |                              |      |
| «по сырому» | 1.20     | 1.25 | 1.30       | 1.25 | 1.50                         | 1.35 |
| «по сухому» | 1.05     | 1.10 | 1.25       | 1.15 | 1.45                         | 1.25 |
| пурпурная   |          |      |            |      |                              |      |
| «по сырому» | 1.15     | 1.20 | 1.25       | 1.20 | 1.45                         | 1.30 |
| «по сухому» | 1.05     | 1.05 | 1.20       | 1.10 | 1.40                         | 1.20 |
| желтая      |          |      |            |      |                              |      |
| «по сырому» | 0.95     | 1.05 | 1.15       | 1.10 | 1.35                         | 1.20 |
| «по сухому» | 0.90     | 0.95 | 1.10       | 1.00 | 1.30                         | 1.10 |
| черная      |          |      |            |      |                              |      |
| «по сырому» | 1.30     | 1.35 | 1.45       | 1.40 | 1.60                         | 1.45 |
| «по сухому» | 1.15     | 1.20 | 1.35       | 1.25 | 1.50                         | 1.30 |

Таблица 2

Значения оптической плотности плашки для офсетной печати (согласно стандарту ISO 12647-2 на процессы плоской офсетной печати). Первое значение — замер без поляризационного фильтра, второе — с поляризационным фильтром

| Краска     | Бумага       |                                     |                             |           |
|------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------|
|            | немелованная | мелованная глянц. для рулон. печати | чистоцеллюлозная мелованная |           |
|            |              |                                     | глянцевая                   | матовая   |
| голубая    | 0.90/1.00    | 1.23/1.43                           | 1.45/1.55                   | 1.30/1.45 |
| пурпурная  | 0.80/0.95    | 1.25/1.33                           | 1.40/1.50                   | 1.25/1.40 |
| желтая (Т) | 0.65/0.80    | 0.86/0.91                           | 1.00/1.05                   | 0.90/1.00 |
| желтая (Е) | 0.80/0.95    | 1.16/1.26                           | 1.35/1.45                   | 1.10/1.25 |
| черная     | 1.00/1.25    | 1.45/1.75                           | 1.55/1.85                   | 1.40/1.75 |

Таблица 3

Значения оптической плотности плашки для листовой офсетной печати красками Европейской триады (по данным X-Rite)

| Краска     | Бумага       |                 |                    |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|
|            | немелованная | высокоглянцевая | мелованная матовая |
| голубая    | 1.20         | 1.45            | 1.35               |
| пурпурная  | 1.15         | 1.40            | 1.30               |
| желтая (Т) | 0.85         | 1.00            | 0.95               |
| желтая (Е) | 1.20         | 1.40            | 1.30               |
| черная     | 1.55         | 1.85            | 1.75               |

ти «по сырому» вторая и последующие краски ложатся на запечатанную поверхность в меньшем количестве, чем на бумагу или на высохшую краску. В этом случае поведение второй и последующих красок во многом определяется их вязкостью. Общий принцип: каждая последующая наносимая краска должна иметь меньше вязкости. Параметр, ха-

рактизирующий переход второй краски на первую (в процентах) при последовательном наложении называется «переход краски», или «треппинг». Его можно измерять денситометром и спектроденситометром.

Треппинг, как правило, контролируют по элементам той же формы, что и общую подачу краски. На оттиске они получаются при наложении двух печатных красок. Для триадных красок (СМЯК) это следующие бинарные наложения: зеленое поле (G) = голубая (C) + желтая краски (Y), красное (R) = пурпурная (M) + желтая (Y) и синее (B) = голубая (C) + пурпурная (M).

Чаще всего для каждого наложения приводятся два поля — в полутонах (40—50%) и плашка (рис. 6а). Для плоской офсетной печати очень важно поле с  $S_{отн} = 40\text{—}50\%$ , так как присутствие увлажняющего раствора усложняет переход второй краски на поверхность бумаги, куда уже был нанесен увлажняющий раствор при печатании предыдущей краски, и на слою предыдущей краски (конечно, речь идет о печати «по сырому» на многокрасочных машинах) (рис. 6б).

### Баланс «по серому»

Для качественной печати голубая, пурпурная и желтая краски должны подаваться в определенном соотношении друг к другу, т. е. их необходимо сбалансировать. Это соотношение — баланс «по серому» легко оценить по специальным полям контрольной шкалы. Они, как правило, имеют такую же форму, как элементы контроля общей подачи краски, и получаются при наложении трех красок (голубой, пурпурной и желтой). Это

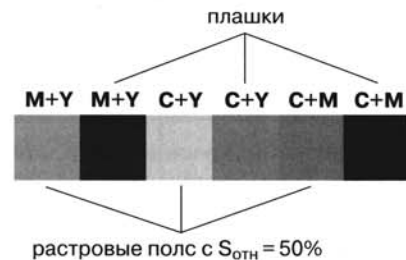


Рис. 6а. Элементы контроля треппинга при печати триадными красками.

красный цвет на оттиске

малиновый цвет на оттиске

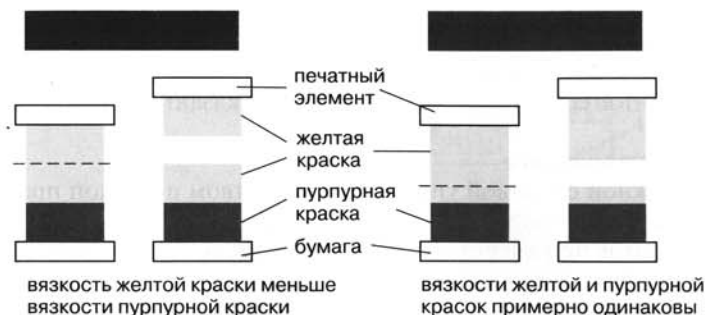


Рис. 6б. Искажение цветового тона на оттиске при печати «по сырому».

может быть один элемент или целая шкала (рис. 7). Например, поле «Balance» должно быть серым и визуально таким же, как поле «80%», отпечатанное только черной краской (рис. 7, а). Один из наиболее распространенных вариантов элемента контроля баланса «по серому» — три поля шкалы: света, полутени и тени (рис. 7, б).

При качественной печати контрольный элемент имеет нейтрально-серый цвет. Появление визуально заметного цветового оттенка свидетельствует о неодинаковом растискивании по отдельным краскам или о ненормированной общей подаче разных цветных красок.

Самый точный контроль баланса «по серому» — визуальный. Глаз чутко реагирует на отклонения в нейтральности серого, т. е. появление цветового оттенка. Количественно это отклонение можно измерить денситометрами, или более точно, спектроденситометрами.



Рис. 7. Элементы для контроля баланса «по серому».

Если баланс «по серому» оценивается денситометром, оптические плотности поля, которые измеряются за тремя цветными выделительными светофильтрами, должны быть практически равны, а относительная площадь растровых элементов соответствовать значениям, указанным в табл. 4.

### Растискивание

Важной стороной управления качеством печатной продукции является контроль изменения размера растровых элементов при переносе их с фотоформы на печатную форму и далее на оттиск.

Растискивание — это увеличение размера растровых точек на оттиске по сравнению с печатной формой. Оно включает в себя не только механическое, но и оптическое увеличение размера точек. Количественно растискивание измеряется в процентах.

Механическое растискивание вызвано тем, что краска переносится с формы на офсетное полотно и потом на бумагу под давлением. Оно зависит от следующих факторов:

- настройки печатной машины (давления между цилиндрами печатного аппарата) и ее технического состояния;
- вязкости краски и ее количества на печатной форме;
- упругих свойств офсетного полотна (скорости его восстановления после деформации);
- характеристик поверхности бумаги.

Таблица 4

Рекомендуемые значения относительной площади растровых элементов ( $S_{отн.}$ , %) на фотоформе (печатной форме) для полей контроля баланса «по серому» (по ISO 12647-2)

| Печатные краски | Голубая | Пурпурная | Желтая |
|-----------------|---------|-----------|--------|
| Света           | 25      | 19        | 19     |
| Потутона        | 50      | 40        | 40     |
| Тени            | 75      | 64        | 64     |

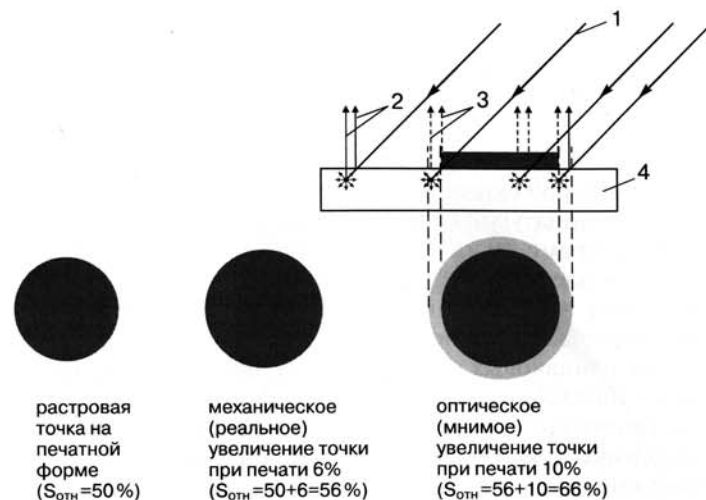


Рис. 8. Растискивание на оттиске:

1 – падающий луч белого света (сплошная линия); 2 – отраженный луч белого света (сплошная линия); 3 – отраженный цветной луч (пунктирная линия); 4 – бумага

Причиной оптического растискивания является светопоглощение и рассеивание света в бумаге (рис. 8) и краске. Часть света проникает через незапечатанную поверхность бумаги, рассеивается под растровым элементом и, проходя через слой краски, окрашивается. Это вызывает ослабление отраженного света и создает мнимое увеличение растровых элементов.

Денситометры автоматически вычисляют истинную относительную площадь растровых элементов на оттиске и ее прирост с учетом оптического растискивания (по формуле Мюррея—Дэвиса, принимающей во внимание светорассеивание). Важность такого измерения определяется тем, что человеческий глаз воспринимает не только механическое, но и мнимое (кажущееся) увеличение растровых элементов.

Элементы для контроля растискивания могут иметь различную форму — полосы, квадраты, сложные фигуры

в виде надписи или цифры, но идея построения у них одна и та же: микроэлементы, имеющие разную частоту, при одинаковой относительной площади и одинаковых условиях печати дают различный визуальный эффект растискивания.

Все они построены следующим образом: в сетку с низкой линиатурой вкраплены фигуры, полученные из сетки с высокой линиатурой (рис. 9, а). Чем больше разница между линиатурами фона и фигуры, тем чувствительнее контрольный элемент. При этом на одном фоне может быть несколько высоколиниатурных фигур, различающихся только по относительной площади элементов.

При одинаковых относительных площадях элементов сеток с низкой и высокой линиатурой и одинаковых условиях печати высоколиниатурная фигура имеет более высокую оптическую плотность и выделяется на светлом фоне низколиниатурной сетки. Вот на этой особенности и основываются контроль и оценка величины растискивания растровых элементов на оттиске при печатании.

Такая же идея работает и в тех случаях, когда используют радиальную миру в роли контрольного элемента растискивания. Толщина линий миры, расположенных по радиусу от центра к краям, возрастает, что отражает непрерывное изменение частоты по мере удаления от центра. При

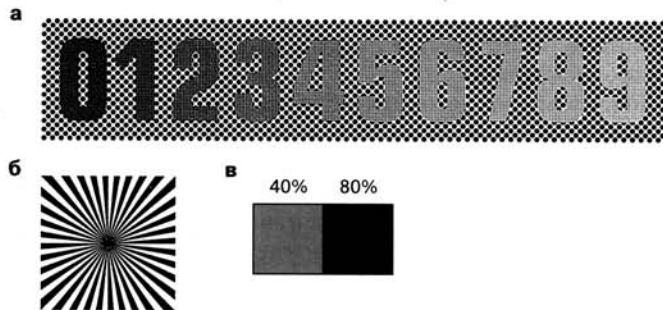


Рис. 9. Строение элементов для контроля растискивания.

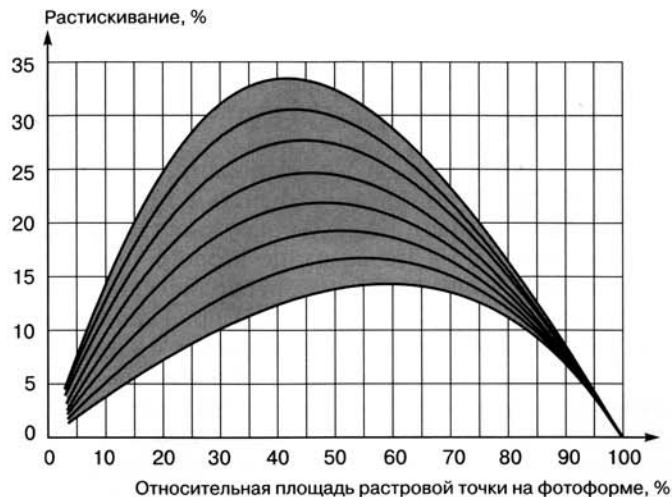


Рис. 10. Кривые растискивания при офсетной печати.

увеличении величины растискивания залипание штрихов, начавшееся в центре, будет разрастаться (рис. 9, б).

Растискивание можно оперативно контролировать, измеряя поля контрольной шкалы с 40- и 80-процентными растровыми точками (рис. 9, в).

При необходимости можно измерить растискивание при разных относительных площадях растровых элементов и построить кривую растискивания (рис. 10). Максимальное растискивание на оттиске будет при  $S_{отт} = 40-60\%$ . Однако величина растискивания для растровых элементов разной формы будет разная (при равенстве относительных площадей печатных элементов на фотоформе или печатной форме): чем больше периметр элемента, тем больше будет растискивание. Соответственно при одинаковых условиях печати, краске, бумаге и линиатуре растра растискивание для растровой структуры с квадратной точкой будет больше, чем для структуры с овальной или круглой точкой.

### Скольжение и дробление

Эффекты скольжения и дробления негативно влияют на качество печати. Они могут сильно изменять тонопередачу и цветовой тон изображения независимо от режима подачи краски.

Элементы для контроля скольжения при печати имеют линейчатую структуру. Они могут быть в виде круга, составленного из концентрических окружностей. И так как любое скольжение — это создание второго идентичного изображения, то наложение двух периодических структур с линейным или угловым смещением приведет к появлению муара. При скольжении на контрольном элементе появляется многолучевая звездочка — форма муара периодической сетки из концентрических окружностей (рис. 11). И чем больше у звездочки лучей, тем сильнее скольжение. Аналогичная картина может быть вызвана и дроблением с тем лишь отличием, что при дроблении звездочка более контрастная, четкая и многолучевая, так как смещение между структурами больше.

Теперь рассмотрим, что происходит при скольжении с прямой линией: если скольжение идет перпендикулярно линии, то она утолщается, а если совпадает с ее направлением, то с ней ничего не происходит. Этот эффект тоже используется при построении элементов для контроля скольжения при печатании оттисков. В линейчатом фоне располагают фигуры, составленные из таких же линий, только направленных перпендикулярно к линиям фона (рис. 12). Из-за высокой частоты расположения линий на фотоформе эти фигуры незаметны. Незаметны они и на оттиске при отсутствии скольжения, но минимальное скольжение приводит к изменению оптической плотности фона или фигуры, и они проявляются.

Этот же эффект используется, если контрольным элементом является квадрат, который содержит линейчатые структуры со взаимноперпендикулярными линиями. На оттиске элемент воспринимается как квадрат, если



Рис. 11. Элементы контроля скольжения и дробления, построенные из концентрических окружностей.



Рис. 12. Элементы контроля скольжения, построенные на основе линий.

скольжение отсутствует, и как два прямоугольных треугольника с общей гипотенузой и разной оптической плотностью, если в процессе печатания возникает скольжение (рис. 13).

Минимальное скольжение и дробление могут иметь место при печати тиража, и допустимые уровни определяются требованиями к качеству печати. Оба параметра контролируются только визуально. Эти параметры зависят от множества факторов, но самыми значимыми среди них являются состояние машины, состояние и качество офсетного резинотканевого материала и взаимного расположения офсетного и печатного цилиндров — касание поверхностей в присутствии бумаги должно быть с минимальным скольжением. Чем меньше поверхность касания двух цилиндрических поверхностей, тем меньше скольжения. В идеале — касание двух поверхностей в виде линии.



Рис. 13. Элементы контроля скольжения, построенные на основе взаимно перпендикулярных линий.

### Воспроизведение мелких штрихов и растровых элементов

Воспроизведение на оттиске мелких растровых элементов контролируют по полям, имеющим точку с относительной площадью 1,3, 5 и 95, 97, 99% (рис. 14, а). В зависимости от условий печати, вида бумаги, состояния печатной машины и качества печатной формы на оттиске будут воспроизведены все контрольные поля или только их часть. По воспроизведению полей с мелкой растровой точкой и по форме самой точки при помощи лупы также контролируют скольжение и дробление (рис. 14, б).

Воспроизведение тонких штрихов контролируют по элементу, на котором расположены две группы линий разной толщины: черные линии на белом фоне и белые — на черном фоне (рис. 14, в).

Качество воспроизведения штрихов разной толщины на оттиске определяется непрерывностью их изображения — штрих должен быть не рваным и с ровными краями. Кроме того, черные штрихи на белом фоне имитируют воспроизведение мелких растровых элементов в светах, белые на черном фоне — растровые пробельные элементы в тенях.

По воспроизведению тонких штрихов оценивают состояние баланса «вода — краска» и, если они не воспроизводятся на оттиске, а присутствуют на печатной форме, значит, что увлажняющий раствор подается в большем количестве. Эта самая характерная ошибка для неопытных пе-

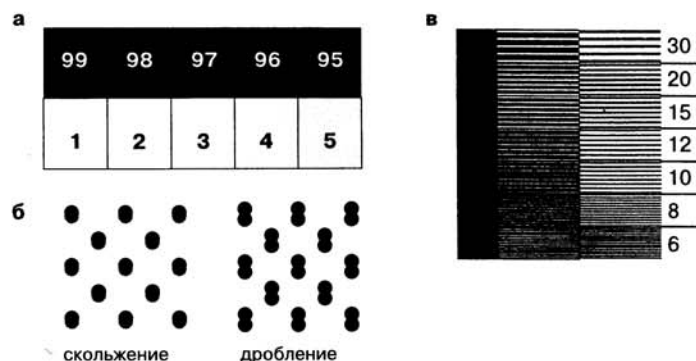


Рис. 14. Элементы контроля воспроизведения мелких растровых элементов.

чатников. Они подают больше увлажняющего раствора, что облегчает процесс печати, и вероятность тенения формы равна нулю.

### Совмещение красок

Контроль совмещения красок на оттиске при печатании многокрасочных изображений проводят с использованием в качестве контрольных элементов приводочных крестов — перпендикулярно пересекающихся тонких линий (рис. 15, а). Чем меньше разброс крестов, напечатанных разными красками, тем лучше совмещение. Идеальным можно считать совмещение, при котором на оттиске присутствует только черный крест, у которого в лупу видна цветная каемка — небольшой сдвиг крестов разных красок.

В качестве контрольного и измерительного инструмента при оценке совмещения красок на оттиске используют нониусные шкалы — шкалы с равномерными линейными делениями, которые печатаются с наложением разными красками (рис. 15, б).

Допуски на совмещение цветных изображений на оттиске не могут быть меньше, чем допуски на совмещение в пределах одного комплекта фотоформ. Например, точ-

Точность совмещения красок цветоделенных изображений на оттиске (по ТИ на офсетную печать, разработанные ВНИИ полиграфии)

| Вид продукции                                  | Точность совмещения, мм |
|------------------------------------------------|-------------------------|
| Открытки и репродукции высокого качества       | 0,05                    |
| Журналы, книги, обложки, вклейки               | 0,10                    |
| Плакаты и обложки с штриховым цветным рисунком | 0,15                    |
| Вторая краска при впечатывании                 | 0,30                    |



Рис. 15. Элементы контроля совмещения красок на оттиске:  
а – кресты; б – нониусные шкалы.

ность проведения механических операций – пробивки штифтовых отверстий – указывается производителями выводных устройств как 50 мкм. Однако надо учитывать, что печать вносит свои погрешности, например деформация бумаги, возможности печатного оборудования (точность выполнения различных механических узлов), человеческий фактор – опыт печатника. Для плакатов формата 60 × 90 см несовмещение красок до 0,5 мм незаметно, так как плакат рассматривают с большого расстояния, чем, например, иллюстрации в книге. На практике же допуски по несовмещению красок на оттиске более жесткие и определяются требованиями заказчика и характером работ. В технологических инструкциях (ТИ) на офсетную печать указаны значения несовмещения красок, приведенные в табл. 5.

### Контраст печати

«Завал» теней изображения на оттиске – самый распространенный и визуально очень заметный дефект при печати полутоновых одноцветных и многоцветных изображений. Критерием оценки воспроизведения теней на оттиске является контраст печати. Его контроль можно проводить визуально или с помощью денситометра.

При визуальной оценке сравнивается оптическая плотность двух полей – растрового с  $S_{отн} = 75$  или 80% и плашки (рис. 16). Чем меньше различие в плотности, тем больше завал теней изображения.

При инструментальном контроле контраст печати оценивается относительной величиной – коэффициентом Ширмера ( $K_{ш}$ ), который определяют по формуле:

$$K_{ш} = (D_{плашки} - D_{р.п.}) / D_{плашки},$$

где  $D_{р.п.}$  – оптическая плотность поля с растровыми элементами с относительной площадью 75 или 80%.

Чем выше этот коэффициент (и соответственно контраст печати), тем выше качество изображения. Однако в идеале он должен быть не больше 0,20 – 0,25. Нулевое значение свидетельствует о полном затекании краски на пробельные элементы растрового поля, что в свою очередь означает потерю всех деталей в тенях изображения.

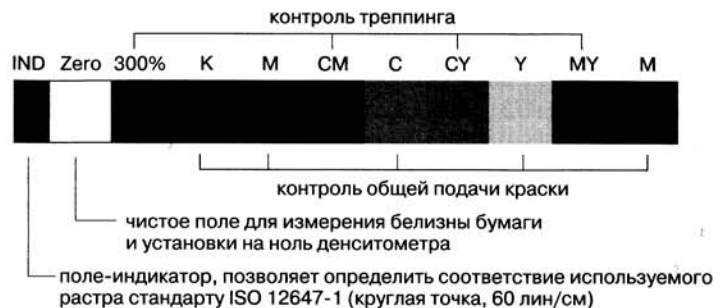
Контраст печати измеряют для каждой краски отдельно. По нему можно оценить не только качество воспроизведения теней изображения, но также работу печатных сек-

80% В (К)



Рис. 16. Элемент для контроля контраста печати.

## Модуль 1



## Модуль 2

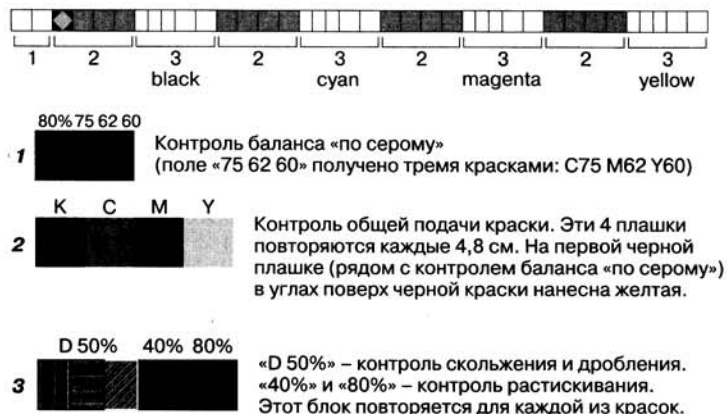


Рис. 17. Структурная схема шкалы контроля печатного процесса Urga/FORGA Digital Print Control Strip, состоящая из двух моделей

ций, качество печатной формы и взаимодействие отдельных красок с бумагой.

Мы достаточно подробно рассмотрели элементы шкалы, применяемой для контроля печатного процесса. Будем надеяться, что это поможет вам разобраться в любой шкале контроля печати, как бы замысловато она ни была построена.

## Оценка и метод

Всякая оценка и всякий выбор основаны на методе сопоставления посредством сравнений. Всякое искание, связанное с действием, состоит в легком или трудном выборе. Мы действуем только потому, что задаемся какой-либо целью на базе возникших желаний что-либо изменить. Мы ищем что-либо только потому, что ощущаем его отсутствие.

Таким образом, наша деятельность направлена от «ничто» к «нечто», и самой сущностью ее является вышивание некоторого «нечто» по канве «ничто». Наши мотивы и процессы, вызванные нашими действиями на базе этих мотивов, не проявляются как сущности явно. Они остаются внешне незамеченными. *Мы воспринимаем не сами явления, а их следы и последствия.*

## Литература по теме:

1. А. Солдатов. Словарь-справочник (печатнику-офсетчику). — М.: Книга, 1984.
2. Е. Никанчикова, А. Попова. Технология офсетного производства. Печатные процессы. — М.: Книга, 1980.
3. Н. Марогулова, С. Стефанов. Расходные материалы для офсетной печати. — М.: Русский университет, 2002 г.
4. П. Мюллер. Офсетная печать: проблемы практического использования. — М.: Книга, 1988.
5. С. Стефанов. Путеводитель в мире печатных технологий. — М.: Унисерв, 2001.
6. Стандарт ISO 12647-2 на процессы плоской офсетной печати.
7. С. Стефанов. Цветное изображение на оригинале, мониторе компьютера и на полиграфическом оттиске. Серия «Библиотечка полиграфиста», №4. — М.: Репроцентр М, 2003.

**Стефан Стефанов,**  
*к.т.н., главный эксперт компании «Аквалон»*

*Зачерпни воду и Луна будет в твоих ладони*

В этой библиотеке будут напечатаны книги по следующей тематике:

1. Офсетные печатные машины: критерии оценки и выбора
2. Флексографские печатные машины и машины высокой печати
3. Глубокая печать: прошлое и будущее
4. Книга как зеркало души человеческой
5. Системный подход при изготовлении печатной продукции
6. Цифровые технологии в полиграфии
7. Цвет в полиграфии
8. Печать этикетки и упаковки
9. Оригиналы в полиграфии и требования к ним
10. Шрифты, применяемые в полиграфии
11. Технологии цветоделения
12. Градационная и цветовая коррекция изображения
13. Растры и растрование изображений в полиграфии
14. Бумага для полиграфии
15. Сканеры и выводные устройства в полиграфии
16. Цветопроба как метод оценки преобразования изображения
17. Печатная краска и другие расходные материалы
18. Брошюровочные процессы и машины
19. Переплетные процессы и машины
20. Отделочные процессы и машины
21. Лакирование оттисков
22. Системы измерения в полиграфии
23. Печатная реклама сегодня и как она взаимодействует с другими СМИ
24. Выбор способа печати для отдельных изданий
25. Экзотические способы печатания
26. Как выбрать, где напечататься
27. Красочные и увлажняющие аппараты в печатных машинах
28. Увлажняющие растворы в офсетной печати: состав и технологические рекомендации
29. Дефекты на фотоформе как критерии качества
30. Дефекты на оттиске как критерии качества печати
31. Дефекты готового издания как критерии качества печатной продукции
32. Полиграфия сегодня и завтра
33. Словарь базовых полиграфических терминов
34. Дефекты как критерии оценки качества
35. Требования технологии при подготовке оригиналов к печати.