

ЦВЕТ READY-MADE

или теория и практика цвета

Стефан Стефанов
Валерий Тихонов

*Свою книгу авторы
с благодарностью посвящают
Анне Михайловне Кулешиовой
и Татьяне Львовне Тихоновой
за понимание, терпение и поддержку*



*Авторы и издательство
выражают особую благодарность
за спонсорскую помощь в напечатании издания
полиграфической фирме «Viva Star»
и лично техническому директору
В.И. Земляных*

**Стефан Стефанов,
Валерий Тихонов**

ЦВЕТ READY-MADE ИЛИ ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЦВЕТА

*Допущено Учебно-методическим объединением
по образованию в области полиграфии и книжного дела
для студентов высших учебных заведений
по специальности
«Технология полиграфического производства»
в качестве учебного пособия*

Издательство «РепроЦЕНТР М»
Москва. 2006

УДК 655.2

ББК 37.8
С79

Стефанов С., Тихонов В. Цвет ready-made или Теория и практика цвета. — М.: РепроЦЕНТР М, 2005. – с. 320: ил.

ISBN 5-94939-057-7

Издание посвящено проблеме цвета и его воспроизведения полиграфическими средствами с наилучшим качеством. Подобное полное издание о цвете в России выпускается впервые. Авторы добились в изложении материала успешного сочетания необходимых теоретических и практических знаний и освещения предмета в комплексе.

Издание затрагивает такие вопросы, как условия восприятия цвета и их контроль, цветное изображение на оригинале и полиграфическом оттиске, сканирование и градационные преобразования, цветоделение и синтез цвета на оттиске, растрирование, растровые структуры и растровые изображения с регулярным, нерегулярным и стохастическим растром, лазерные экспонирующие выводные устройства и многие другие.

Издание построено в форме коротких глав, чтобы можно было осваивать материал последовательно при самообразовании или выборочно, в качестве справочного пособия при уточнении и расширении знаний.

Книга, несомненно, будет полезна полиграфистам, всем специалистам, работающим с цветом, заказчикам полиграфии.

Издание допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области полиграфии и книжного дела для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология полиграфического производства» в качестве учебного пособия.

© Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 5-94939-057-7

© Стефанов С., Тихонов В., 2006.

© Издательство «РепроЦЕНТР М», 2006.

РАСПАХНИТЕ ОКНО В МИР ЦВЕТА

Что такое цвет, какова техника и технологии его получения, какие существуют методы управления цветом, как правильно использовать цвет в полиграфии? Ответы на эти и многие другие вопросы дает новая книга С. Стефанова и В. Тихонова «Цвет ready-made или Теория и практика цвета». Цифровая революция, произошедшая во всех областях, связанных с цветом, включающих кино, телевидение, фотографию, и, конечно же, полиграфию, привлекла значительное количество специалистов из других отраслей. А компьютеры, фотоаппараты, цветные принтеры? У кого их сейчас нет? Естественно, очень многие хотят знать больше о практике и теории цвета.

Появляющаяся в настоящее время литература на данную тему весьма отрывочна и, в основном, представляет собой переводы с иностранных языков. Разумеется, хорошо, что отечественная полиграфия получает доступ к зарубежному опыту. Однако этот опыт не всегда соответствует российской реальности. Кроме того, переводчики, редакторы, и, к сожалению, иногда и авторы, зачастую не владеют профессиональными тонкостями в этой области.

Предлагаемая вашему вниманию книга – интересная попытка совместить необычные подходы к данной проблеме, рассмотреть ее в комплексе. Она, несомненно, привлечет всех интересующихся и думающих читателей. Книга написана российскими авторами, имеющими большой практический опыт работы с цветом, отредактирована и издана в издательстве, специализирующемся на издании полиграфической литературы.

В настоящее время в связи с повсеместным внедрением компьютерной обработки изображений стало возможным недоступное ранее качество цветных изображений, их корректирование и редактирование. Результаты можно видеть на мониторах компьютеров и экранах телевизоров и другой видеотехники. От полиграфии также требуется высококачественная цветная продукция. Однако при переносе изображения на твердые носители (бумагу, картон, переплетные и упаковочные материалы) точная передача цветов связана с дополнительными проблемами, рассматриваемыми в специальных дисциплинах. Для успешного решения этих проблем необходимо знание закономерностей анализа, редактирования, синтеза цветов и особенностей цветного зрительного восприятия. Важно также знакомство с колориметрическими методами измерения цветов, факторами, влияющими на точность восприятия и воспроизведения цветов, и методами оценки качества при воспроизведении цветных изображений.

Все это вы найдете в книге. Хотя о цвете вряд ли когда-либо будет сказано и написано все.

Книга читается легко и интересно, содержит много полезной практической информации.

Данное издание будет хорошим подспорьем для широкого круга специалистов типографий, издательств, дизайн-бюро. Много полезного найдут в ней студенты полиграфических учебных заведений, слушатели курсов и семинаров, менеджеры компаний, торгующих оборудованием, красками и бумагой, заказчики полиграфической продукции, а также все, кто занимается самообразованием в данной области.

Полагаю, что большинство читателей книги Стефана Стефанова и Валерия Тихонова «Цвет ready-made или Теория и практика цвета» получат удовольствие от знакомства с материалом, представленным в книге.

Александр Шашлов,
доцент кафедры «Техника и технология цифровой печати»
Московского государственного университета печати

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие. Феномен света	10
Глава 1 Актуальность проблемы качества печатной продукции	12
Адаптация оборудования и программ как средство стабилизации технологического процесса	15
Контроль как оценка стабилизации технологического процесса	15
Несоблюдение технологий полиграфии при преобразовании изображения оригинала – как источник дефектов на оттиске	16
Глава 2. Проблемы цвета в полиграфии	18
Фундаментальные объективные причины	18
Сравнение оригинала с репродукцией	19
Памятные цвета в полиграфии	20
Цвет в оформлении печатных изданий	21
Муар в полиграфии	23
Глава 3. Цвет в природе, науке и полиграфии	26
Цвет в науке	26
Метамерные и дополнительные цвета	29
Деградация цветового тона как оттенок цвета	29
Системы излучателей света	30
Системы пигментов и красителей	30
Цветовые пространства	31
Индивидуальные системы	32
Структура цветового пространства	32
Немного истории	33
Цветовая система Манселла	41
Система Международной осветительной комиссии CIE (МОК)	42
Модели математического описания цвета	43
Модель RGB	43
Модель CMYK	44
Модель HSB (HSL, HSI, HSV)	46
Модель CIE Lab	47
Системы смесевых полиграфических красок	48
Производственная необходимость	48
Система смесевых красок «PANTONE»	48
Система смесевых красок «Радуга»	50
Согласование цвета при репродуцировании цветных оригиналов	51
Система подбора цвета	52
Несоответствие цвета	52
Глава 4. Философия цвета	54
История физики света	54
Цвет как понятие и философия	55
Цвет и язык	60
Предметный цвет	61
Цветные названия предметов	61
География и языковые формы цвета	62
Глава 5. Цвет и его определения в культуре человека	63
Вопросы и/или ответы?	63
Что такое цвет?	64
Глава 6. Условия восприятия цвета и их контроль	69
Системная проблема воспроизведения	69
Стандартные источники излучения и цветовая температура	72

Этапы нормирования условий наблюдения в допечатном процессе.....	73
Нормирование условий наблюдения.....	73
Техническая подготовка дисплея к работе.....	75
Компенсация нелинейности дисплея.....	76
Методы калибровки дисплея.....	78
Простые правила.....	81
Глава 7. Цветное изображение на оригинале и полиграфическом оттиске.....	83
Проблема цвета при его синтезе в технических системах.....	83
Этапы преобразования цветных изображений в полиграфии.....	85
Законы синтеза цвета.....	85
Точность воспроизведения оригинала на печатном оттиске.....	86
Точность воспроизведения цвета на оттиске.....	87
Промежуточные итоги.....	88
Критерии достаточной мощности системы, применяемой для обработки оригиналов при подготовке издания к печати.....	88
Технология растривания и объемы цветоделения.....	89
Типичные объемы работ.....	89
Типичные размеры иллюстраций, в которые превращаются изображения в издании.....	89
Калибровки звеньев системы, используемой для репродуцирования изображения в полиграфии.....	90
Системы управления цветом.....	90
Тип создаваемых и обрабатываемых изображений и типы печатного оборудования и материалов, необходимых для подготовки и печати издания.....	91
Основные проблемы печати.....	92
Пробные оттиски.....	93
Печатная бумага и увеличение размера растровых элементов на оттиске (растискивание).....	93
Многокрасочная печать цветных изображений.....	94
Пороговая чувствительность при восприятии цвета.....	95
Глаз в качестве арбитра.....	95
Глава 8. Оригиналы, применяемые в полиграфии.....	97
Сумма вопросов.....	97
Факторы, относящиеся к вводу изображений.....	97
Факторы, относящиеся к процессу печати.....	98
Специфические параметры вывода.....	98
Основные сведения о полиграфических оригиналах.....	99
Ab Ovo – с самого начала.....	99
«Первоначальный».....	100
Эстетика оригинала.....	101
Изображения и оригиналы.....	102
Оригиналы для полиграфических изданий.....	103
Классификация оригиналов.....	103
Восприятие оригиналов при вводе и обработке сюжета.....	104
Технические требования, предъявляемые к полиграфическим оригиналам.....	108
Стандартные форматы графических оригиналов.....	110
Оценка дефектов оригинала.....	112
Точность воспроизведения оригинала.....	113
«Подлинный» парадокс.....	114
Сколько нужно информации?.....	115
Проблема выбора.....	117
Цифровая фотография.....	118
Глава 9. Сканирование и градационные преобразования.....	121
Сканирование аналоговой информации.....	121
Технология сканирования.....	124
Задачи цветового и тонового воспроизведения.....	133
Необходимость градационных преобразований при подготовке оригинала.....	

к полиграфическому репродуцированию	135
Особенности изображения на оригинале	136
Цветоделительные аспекты при вводе информации	141
Поиск компромиссов	143
Две дороги — цель одна	144
Глава 10. Организация информационного потока при сканировании.	145
Сканирование — это	146
Постановка задачи	151
Граничные условия	152
Классификация устройств и технологий ввода информации	153
Основное и дополнительное программное обеспечение	157
Глава 11. Сканеры и их возможности	160
Сканеры и их разновидности	160
Планшетные сканеры	162
Барабанные сканеры	162
Сканеры и их технологические параметры	163
Источники и приемники света	163
Разрешение	165
Глава 12. Цветodelение и синтез цвета на оттиске.	170
Основные термины и определения	170
Технологии цветodelения	171
Роль баланса «по-серому» в технологии МЦК	174
Методика освоения технологии МЦК	174
Предтечи шестикрасочного синтеза цветных изображений на оттиске	176
Новые технологии цветodelения и печати	177
Hi-Fi Color (гексахром, CMYK + RG, полицвет)	177
Реализация технологий Hi-Fi Color и CMYK + PANTONE	177
Черно-белое изображение в цветной репродукции	179
Синтез цвета в трехкрасочной и четырехкрасочной репродукции	180
Печать черно-белых изображений триадными красками (CMYK)	181
Глава 13. Мониторы и перспективы их развития	183
Актуальность темы	183
Предстояние идей и технологий	184
Визуальная среда	184
Классификация дисплеев	185
Конкуренция технологий	186
Дисплеи с ЭЛТ	187
Жидкокристаллические дисплеи	189
Плазменные панели	191
Цифровые светопроцессорные системы	191
Дисплеи на органических материалах	192
LED-дисплеи	193
Дисплей и печатный оттиск	194
Информационное звено	196
Глава 14. Растривание, растровые структуры и растровые изображения с регулярным, нерегулярным и стохастическим растром	197
Растривание и растровые изображения	197
Технологический прорыв в области растривания	198
Растровые структуры в полиграфии	201
Естественные нерегулярные растровые структуры	202
Стохастические растровые структуры	203
Изготовление печатных форм и процесс печати оттиска	204
Воспроизведение однокрасочных изображений	205
Воспроизведение цветных полутоновых изображений	206

Регулярные или нерегулярные структуры. Что предпочесть?	207
Идеальная растровая структура для полиграфии	207
Случайные штрихи и фотографическое качество	208
Особенности допечатных процессов для флексографии	209
Глава 15. Программное обеспечение для подготовки издания к печати	210
Основные области применения	210
Программное обеспечение в допечатных процессах	211
Системы управления рабочим потоком	212
Программное обеспечение для управления цветом	214
Программное обеспечение для устройств цифровой цветопробы	216
Информационный обмен	217
Вывод и печать	219
Глава 16. Контроль и оценка качества подготовки печатного издания	
к тиражированию	221
Актуальность	221
Цветопроба и пробная печать	225
Глава 17. Лазерные экспонирующие выводные устройства	231
Термины и определения	231
Состав и разновидности выводных устройств	232
Плоскостные экспонирующие устройства	232
Экспонирующие устройства с протяжкой по внешней	
поверхности барабана	233
Технология экспонирования	234
Глава 18. Фотоформы в полиграфии	236
Проблема качества	236
Термины и определения	236
Разновидности фотоформ (пленок) и требования, предъявляемые к ним	237
Монтажи фотоформ и спуск полос	239
Предмет нашего внимания — качество фотоформ	239
Основные требования к фотоформам	240
Дефектная и бракованная фотоформы	240
Глава 19. Технология CtP («компьютер – печатная форма», computer-to-plate) ...	242
Актуальность новой технологии	242
История технологий изготовления форм	243
Предпосылки	244
Пара «лазер-фотоматериал»	244
Пробная печать	245
Специалисты	245
Глава 20. Природа визуальных конфликтов в полиграфии	247
Модели и их «Тени»	248
Модели цветового зрения	249
Зрительная информация и полиграфия	254
Согласование и управление цветом	259
Заключение	267
<i>Приложение 1. Технологии цветоделения как база гипотезы о восприятии цвета</i>	
<i>человеком</i>	<i>270</i>
<i>Приложение 2. Дефекты как критерии оценки качества фотоформ (пленок),</i>	
<i>тиражных оттисков и готовой печатной продукции</i>	<i>276</i>
<i>Приложение 3. Оценка качества оттисков</i>	<i>292</i>
<i>Список литературы</i>	<i>311</i>



Предисловие

ФЕНОМЕН СВЕТА

И увидел Бог свет, что он хорош;
И отделил Бог свет от тьмы.

Бытие 1,4.

Очень трудно с абсолютной уверенностью ответить на вопрос, почему человек воспринимает как свет именно этот интервал электромагнитных излучений в диапазоне от 380 до 760 нанометров длин волн. В данный момент ответ пока «простой» — так природа захотела.

Очень точно, образно и афористично выразил эту мысль И. В. Гёте: «Мы видим свет, потому что перед этим свет увидел нас». Несомненно, без света не было бы жизни на Земле в том виде, в каком мы ее знаем и видим. Таким образом, свет — это и энергия, и информация. Свет — это жизнь. Солнце и огонь как источники света дарованы нам, людям, самой природой.

Шаг к огню был, наверное, первым и самым большим «изменением» человека в направлении к Человечеству. Сделав огонь и цвет своими друзьями, человек выделился и утвердился в окружающем его пространстве, создав искусственное и искусство. Скорее всего, с огнем у человека связано и первое изобретение — создание первой технологии получения рукотворного огня.

Приобретая опыт, необходимые навыки, знания, человек сам уже мог зажечь огонь в любое время и в произвольном месте. Он уже мог творить свет по своему желанию, создав искусственные источники света, овладев энергией и технологиями. Он смог творить, формируя пространство и время, создав краски и разного рода искусства.

Проведя анализ, можно констатировать, что информационные технологии на базе света, непосредственно связанные с анализом и синтезом цвета, прошли четыре этапа своего развития:

- изобретение живописи (создание изображения);
- изобретение письменности (создание фонетического алфавита и текстов);
- изобретение книгопечатания (размножение изображений и текстов);
- изобретение электронных и цифровых технологий (создание, размножение, преобразование, передача и хранение изображений и текста в цифровом виде и форме).

Таким образом, можно утверждать, что все данные этапы непосредственно связаны с цветом и объята полиграфией. Все они объединены в полиграфических технологиях.

Живопись связана с цветом и созданием иллюзии пространства на плоскости.

Изобретение письменности привело к созданию шрифтов и передаче мыслей в пространстве и времени посредством книг, электронных средств, компьютерных и цифровых технологий.

Книгопечатание, а позже полиграфия объединили процессы набора текста и обработки изображений с синтезом цвета красками на оттиске.

Через цвет человек естественным образом воспринимает природу, а посредством технологий приспосабливается к ней или ее преобразует.

Нигде так широко и всесторонне не работают с цветом, как в полиграфии. В то же время в нашем мире нет такой области деятельности и отдыха человека, где бы им ни использовались краски. Поэтому, и благодаря этому, лакокрасочная промышленность создает искусственный бесконечный цвет в виде чернил, лаков и красок. Между тем только в полиграфии цвет в оригиналах оценивают специалисты. При подготовке к печати цвет анализируют, преобразуют, корректируют, расслаивают (проводят цветоделение) и снова преобразуют. На стадии печати посредством красок, чернил и лаков цвет снова синтезируют на твердом носителе запечатываемого материала в виде многокрасочного изображения на отпечатке.

Изобретая технологии, человек создает свой искусственный мир, который отделяет его от природы или естественным образом соединяет с ней. Однако мы не должны забывать, что каждое наше действие, наперекор нашей воле, подчиняется все же законам природы и получает от них свойственный ему отпечаток.

Все эти аспекты цвета мы, авторы, попытались рассмотреть в предлагаемой книге. Рассмотреть так, как мы это сами понимаем. Может, мы и ошибаемся в чем-то, но мы пока так думаем, не претендуя на истину в последней инстанции.

Мы, авторы данной книги, рады поделиться с вами, уважаемые читатели, своими мыслями, знаниями и опытом. Мы надеемся, что каждый из вас найдет в ней то, что ему необходимо в этой жизни, и, может быть, данная информация будет полезна в вашей профессиональной деятельности.

Мы желаем вам удачи и процветания.

Стефан Стефанов
Валерий Тихонов

Р5: Авторы выражают особую признательность и благодарность ЗАО «Салон-Пресс» за помощь и техническую поддержку при подготовке корректурной рукописи издания.



Глава 1

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Любая ситуация, в независимости от того,
Насколько она может быть обширной или сложной,
Вначале является маленькой и простой.

Лао Цзы

В качественной печатной продукции заинтересованы все. Читатель справедливо требует, чтобы книга или любое другое издание были хорошо оформлены, чтобы их полиграфическое исполнение находилось на высоком уровне.

Такое требование вполне естественно. Ведь благодаря добротному полиграфическому исполнению книгу легче читать, ею удобнее пользоваться, она прочна и достаточно долго служит читателю.

Конечно, никто не планирует и не стремится сделать некачественными книгу, журнал или любую другую печатную продукцию. Это получается по незнанию, из-за спешки, из-за некачественных материалов, изношенного оборудования или использования не той технологии, какая требуется для конкретного вида продукции.

В полиграфии постоянно ведется работа по улучшению технологии, модернизации оборудования, повышению квалификации работников. Улучшается и качество материалов, которые полиграфические предприятия получают от целого ряда других отраслей промышленности.

Все заинтересованы в повышении качества печатной продукции: и исполнители,

и заказчики, и посредники, и особенно, потребители.

Благодаря этому качество полиграфического исполнения книг и журналов и других печатных изданий и изделий (этикетки, упаковки) за последние годы улучшилось, но все же во многих случаях оно находится на недостаточном уровне, встречаются в изданиях дефекты и даже полиграфический брак.

А качественная продукция — это продукция без дефектов и брака!

Чаще всего причинами получения некачественной печатной продукции считаются следующие: нарушение технологической дисциплины, нарушение режимов проведения технологических процессов и плохой поэтапный контроль изготовления продукции на протяжении всего цикла «оригинал—оттиск».

Критерии оценки качества продукции для различных способов и технологий печатания разные. Они приведены в технологических инструкциях и отраслевых стандартах. При отсутствии количественной оценки качества или при низкой квалификации исполнителей и необоснованной претенциозности заказчика оценка прово-

дится на уровне «нравится или не нравится», «годится или не годится».

Процессы подготовки издания к тиражированию и печати тиража должны быть стандартизованы и приведены в нормализованное состояние.

Необходимой предпосылкой для качественной печатной продукции является стандартизация по процессам и нормализация по режимам проведения каждой из многочисленных стадий технологического процесса печати тиража издания.

На первой стадии технологического процесса допечатных технологий закладывается необходимое преобразование изображения, которое должно дать в последующих процессах копирования и печати близкий к оптимальному достижению результат.

Основные задачи, которые необходимо решить на первом этапе подготовки издания к печати тиража

1. оценка технического качества издательских изобразительных оригиналов и их соответствия требованиям стандарта;
2. определение типовых групп оригиналов, имеющих аналогичные характеристики;
3. выбор типовых алгоритмов программ репродуцирования разнотипных оригиналов для конкретных условий синтеза изображения в печати с учетом способа печати, применяемых оборудования и материалов, и что особенно важно — исполнителей;
4. контроль процесса экспонирования и проявления фотопленки и технологических параметров фотоформ (формных материалов и печатных форм при технологии CtP).

Контроль и оценка основных параметров, определяющих техническое качество издательских оригиналов, необходимы для:

- исключения возможности использования для полиграфического репродуцирования оригиналов плохого качества с параметрами, которые не позволяют получить печатную ре-

продукцию заданного уровня качества;

- конкретизации в аннотации к оригиналу индивидуальных рекомендаций по его преобразованию для уменьшения объема корректуры и сокращения количества проб и согласований;
- получения исходных данных для последующего программирования процесса репродуцирования, а именно выбора одной из типовых программ записи оригиналов на сканере или изменения базовых исходных режимов настройки сканера в соответствии с зафиксированными в аннотации желаемыми преобразованиями оригинала.

Техническое качество оригинала можно определить как совокупность основных оптических, резкостных и геометрических параметров оригинала. Эти параметры во многом определяют возможность полиграфического воспроизведения в печати тиража требуемой зрительной информации с заданной точностью в соответствии с требованиями заказчика.

Основные параметры технического качества оригиналов

1. Градационные показатели изображения: минимальная и максимальная оптическая плотность оригинала, градиент участка светов или теней градационной характеристики, градационное содержание.

За минимальную принимают оптическую плотность того участка оригинала, который должен быть воспроизведен на оттиске минимальными для конкретного печатного процесса растровыми элементами. Участки бликов и диффузионных (высоких) светов, не содержащих градационных переходов, во внимание не принимаются.

За максимальную принимают плотность того участка оригинала, который должен быть воспроизведен на оттиске с максимальными для конкретного печатного процесса растровыми элементами. Участки глубоких теней, имеющие большую плотность, но не имеющие градационных переходов (деталей рисунка), во внимание не принимаются.

маются и печатаются плашкой (100%-й рас-
тровый элемент).

Средний градиент — это контраст конкрет-
ного участка градационной характеристики,
определяемый как тангенс угла наклона
прямой, соединяющей две выбранные точки.

Градационное содержание определяют
как относительное распределение коли-
чества градационных переходов (деталей
рисунка) в светах, средних тонах и тенях
изображения.

К градационным показателям следует
отнести как светлотный (яркостный) кон-
траст изображения, так и цветовой контраст
его отдельных деталей.

2. Показатели резкости изображения:

разрешение, определяемое по наиболь-
шему количеству штрихов и пробелов оди-
наковой ширины, приходящихся на 1 мм
и передаваемых раздельно;

зона размытого перехода, определяе-
мая шириной переходной зоны от плотнос-
ти фона до максимальной плотности на рез-
ком крае детали.

3. Показатели цветопередачи:

баланс серых тонов, оцениваемый
по воспроизведению нейтрально-серых то-
нов объекта съемки;

воспроизведение памятных цветов, т.е.
наиболее критичных для воспроизведения
цветов природных объектов съемки (теле-
сных, зелени, неба, нейтрально-серых объ-
ектов и т.п.), память о которых хранится
в каждом человеке как непосредственный
практический опыт и все возможные эмоци-
ональные переживания;

воспроизведение фирменных (корпо-
ративных) цветов, что является решающим
фактором в печатной рекламе.

4. Технические дефекты (пятна, царапи-
ны, точки, заломы), зернистость изображе-
ния и др. К техническим дефектам следует
отнести любые помехи, затрудняющие вос-
приятие изображения как единого целого.

По результатам оценки оригиналы
с аналогичными характеристиками могут
быть распределены по типовым группам
для их репродуцирования по стандартным
программам.

Назначение этой процедуры — повы-
шение производительности сканирующего
оборудования за счет уменьшения времени,
затраченного на настройку и программиро-
вание при повышении качества репродук-
ции и уменьшении объема корректуры.

При этом используются стандартные
программы настройки сканера (нормиро-
вание порежимам проведения процес-
са сканирования), т.е. определенная со-
вокупность режимов настройки сканера
для записи оригиналов конкретного вида
при конкретных условиях печати, а также
подпрограммы, позволяющие вводить до-
полнительные регулировки в стандартную
программу для учета особенностей конк-
ретного оригинала. При этом производит-
ся выбор режимов частотной коррекции
(подчеркивание мелких деталей) в зависи-
мости от масштаба репродуцирования, на-
сыщенности оригинала мелкими резкими
детальками по отдельным краскам, фоновыми
участками того или иного цвета, а также зер-
нистости (зашумленности) оригинала и его
резкости. Проводится уточнение режимов
цветовой коррекции в зависимости от цве-
тового содержания оригинала, планируе-
мого преобразования изображения и тре-
бования заказчика. Немаловажно внесение
и уточнение режимов градационной кор-
рекции в зависимости от градационных по-
казателей оригинала.

Разнообразие по сюжету для оригиналов,
используемых в полиграфии, нет предела.

Сюжет оригинала во многом определяет
его градационное содержание и градацион-
ную характеристику.

Оригиналы по различию градационно-
го содержания можно разделить на следу-
ющие группы:

1) с повышенным контрастом в светах
для переэкспонированных слайдов (недо-
экспонированных фотографий) и оригина-
лов с преобладанием сюжетно важных де-
талей в светах изображения (белые медведи
на льдине, белая кошка на снегу);

2) с повышенным контрастом в тенях
для недоэкспонированных, очень плотных
слайдов (переэкспонированных фотогра-

фий) и оригиналов с преобладанием сюжетно важных деталей в тенях изображения (черная кошка на асфальте);

3) с повышенным контрастом в светах и тенях изображения для оригиналов с наличием сюжетно важных деталей в светах и тенях изображения (невеста в белой фате и жених в черном костюме, черная и белая кошечки на темно-коричневом одеяле);

4) с пониженным контрастом в светах и тенях для изображений с наличием сюжетно-важных деталей только в средних тонах (осенний пейзаж).

Конечно, алгоритмы обработки, применяемые для рисованных и фотографических непрозрачных оригиналов, растрованных оттисков (СМΥК-оригиналов) и компьютерной графики, существенно отличаются от методов подготовки, используемых для слайдов и дубликатов, так как они учитывают различные настройки блоков частотной коррекции, градации и цветокоррекции.

Адаптация оборудования и программ как средство стабилизации технологического процесса

Первым шагом при освоении сканирующего оборудования и систем обработки изображений является адаптация исходных фирменных программ, поставляемых, как правило, вместе с оборудованием, к конкретным условиям данного предприятия.

Работа проводится по общепринятой методике:

- печать шкал цветового охвата или ее представительных фрагментов, а именно шкал баланса серых тонов, первичных и бинарных цветов на типичных бумагах типичными красками в строго контролируемых условиях;
- обработка результатов печати;
- определение характеристик формного и печатного процессов;
- корректировка режимов градационной и цветовой коррекции по результатам печати.

Одним из основных факторов печатного процесса, влияющих на тоновоспроизведение (воспроизведение градации) и тем самым на воспроизведение цветов изображения (цветового контраста) на оттиске при печати тиража, является величина растискивания в печатном процессе.

Тоновоспроизведение зависит от совокупности факторов, таких как:

- бумага (запечатываемый материал, поверхность готового изделия при печати на сувенирных изданиях);
- печатные краски и триада красок;
- печатный процесс (используемый декель, офсетное полотно, технология, например, листовая или рулонная печать);
- линиатура растрового изображения;
- особенности растровой структуры.

Изготовление фотоформ по одной из принятых программ, выбор которой определяется как параметрами оригинала и требованиями к его преобразованию, так и условиями преобразования изображения в формном и печатном процессах, позволяет получить комплект фотоформ с требуемыми градационными, резкостными и скрытыми цветовыми параметрами.

Это может создать предпосылки для получения высококачественной печатной продукции.

Контроль как оценка стабилизации технологического процесса

Необходимым условием реализации программируемого процесса является стабилизация процесса проявления фото пленки в проявочных машинах. Контроль стабильности осуществляется по специальным предварительно экспонированным шкалам, критичным к изменению рабочих свойств проявителя.

Контроль процесса экспонирования проводится по серым шкалам, причем при программировании процесса используются, как правило, более подробные, многоступенчатые шкалы, а в производственном

процессе — шкалы с ограниченным числом представительных полей.

Используемые шкалы должны отвечать определенным требованиям: однородность параметров в пределах поля, строгая нейтральность серых полей, наличие полей, соответствующих экстремальным параметрам оригинала.

Цветовые шкалы для контроля цветоделения должны соответствовать нормам европейской триады.

Контроль готового комплекта фотоформ проводится по следующим основным параметрам:

- размер минимальной и максимальной растровой точки;
- качество растровой точки — ее оптическая плотность и резкость края (контура);
- соблюдение заданной линиатуры и углов поворота растровых структур;
- контроль воспроизведения заданной градационной характеристики может быть выполнен как путем построения градационной характеристики по серой шкале в полном диапазоне плотностей, так и по выбранным контрольным полям, характеризующим ход градационной кривой.

Интересным и важным аспектом для практики изготовления печатной продукции является анализ дефектов, возникающих в процессе репродуцирования изображения оригинала на каждой его стадии, рекомендаций по их устранению или предотвращению, а также точное следование им и их выполнение.

Несоблюдение технологий полиграфии при преобразовании изображения оригинала — как источник дефектов на оттиске

Как в любом варианте передачи и преобразования информации, источником ошибок и искажений может быть как сам исходный сигнал, так и канал связи (процессы, материалы, оборудование и техно-

логии, в том числе и компьютерные сети, программное обеспечение управляющего сервера, программное обеспечение верстки и редактирования изображений, подготовки и спуска полос, RIP, параметры и свойства рабочего потока), а точнее — их несогласованность.

Наиболее типичным дефектом, возможным на стадии репродуцирования изображений полиграфическими средствами, является неоптимальная градационная характеристика изображения, проявляющаяся в виде неприемлемого контраста в светах, тенях или полутонах изображения на оттиске. Это приводит к потере деталей рисунка в отдельных диапазонах плотностей, а также к общему затемнению или осветлению изображения на оттиске.

Причинами указанных дефектов могут быть как некачественные оригиналы, так и ошибки в выборе кривой градационных преобразований в процессе изготовления фотоформ, а также неправильный выбор уровня «белого» и «черного» в изображении при подготовке оригинала к печати. В общем виде причиной является несогласованность градационных параметров оригинала и градационной характеристики процесса преобразования изображения при подготовке оригинала к печати.

Аналогичные причины возможных дефектов цветовоспроизведения на оттиске — искажения памятных, в том числе серых, цветов на оригинале, в частности, наличие общего искажающего цветового оттенка и неоптимальный для данного оригинала режим цветокоррекции, а также несогласованность градационных характеристик трех основных цветоделенных изображений на фотоформах (печатных формах). При неправильном определении уровня «белого» и (или) «черного» хотя бы по одной краске также возможно появление искажающего цветного оттенка.

Неправильный выбор градации черной краски и начала ее введения может привести к общему загрязнению или осветлению изображения на оттиске, а также к появлению ложных абрисов (дополнительных раз-

делительных контуров на стыке цветных пятен изображения).

Общая нерезкость изображения на оттиске чаще всего является следствием использования некачественного оригинала и значительно реже вызвана ошибками процесса цветоделения, изготовления форм и печати оттисков. Недостаточный или чрезмерный контраст мелких деталей изображения возникает при неправильном выборе режимов частотной коррекции (уровня нерезкого маскирования) при сканировании и обработке изображения, вызванный неправильным применением фильтров нерезкого маскирования (USM — UnSharp Mask, нерезкое маскирование) для конкретного масштаба иллюстрации.

Разнообразные технические дефекты могут быть вызваны использованием некачественного фотоматериала, неполадками в работе оборудования, ошибками в проведении процесса и нарушениями режимов прохождения информации при вводе и ее обработке.

Вследствие этого было бы логично создать своеобразный путеводитель по технологиям сканирования, обработки и подготовки цветных изображений оригинала к печати в соответствии с технологиями полиграфии. Такой путеводитель будет хорошим подспорьем для практиков дизайн-бюро, репро-центров и полиграфических предприятий.

Одна из целей, которые преследует данное издание – ответить на эту потребность.



Глава 2

ПРОБЛЕМЫ ЦВЕТА В ПОЛИГРАФИИ

Милый друг, иль ты не видишь,
Что все видимое нами —
Только отблеск, только тени
От незримого очами?

Вл. Соловьев

Фундаментальные объективные причины

Необходимо отметить, что существуют фундаментальные причины, из-за которых полное соответствие цвета на экране монитора и на оттиске становится недостижимым. И это является источником множества проблем, возникающих в полиграфии при репродуцировании цветных изображений и синтеза цвета на оттиске.

Коротко сформулируем эти причины:

- разная форма синтеза цвета в природе (цвет неба, воды, растений, птиц, насекомых, заката Солнца) и в искусственных системах (цвет на печатном оттиске, на мониторе, фотографии, слайде, рисунке);
- субъективность восприятия цвета. Для человека существование цвета обусловлено способностями человеческого глаза и мозга воспринимать часть спектра излучения в интервале 380—760 нанометров как видимый свет и особенностями воспитания, профессии, национальности, опыта (рис. 1);
- особенности реальных пигментов, красителей и люминофоров, исполь-

зуемых человеком для создания цвета в искусственных технических системах.

- цвет привлекает внимание, создает настроение и усиливает воздействие любого сообщения. Неудивительно, что с распространением доступных и простых в обращении настольных средств сканирования, управления и печати цветных изображений с использованием полиграфических технологий печатная продукция становится все более популярной. Однако качество воспроизведения цвета в полиграфии, как уже сказано, зачастую вызывает серьезное недовольство.

Одна из причин неудовлетворительно-го качества цветного изображения на полиграфическом оттиске заключается в том, что многие пользователи систем обработки изображения и подготовки его к печати не стараются обучиться основам воспроизведения цвета в полиграфии и ждут неоправданно высоких результатов или делают ошибки, которых легко можно было бы избежать.

Вторая причина связана с фундаментальными различиями между характером

восприятия цвета человеческим глазом и способом его конвертации и воспроизведения сканерами, мониторами, аналоговыми и цифровыми камерами, а также красками, используемыми для печати оттиска.

Третья причина заключена в технических системах с фундаментальными различиями: с одной стороны между синтезом цвета с использованием источников излучений, красок, пигментов и красителей и, с другой стороны, восприятием человеком искусственно созданного цвета.

Важно понимать и учитывать эти различия при подготовке изданий к тиражированию.

Сравнение оригинала с репродукцией

Установлено, что в процессе восприятия скорее оцениваются существующие свойства оригиналов и их освещение, чем физические соотношения энергий, попадающих в глаз. Помещенный в тень белый предмет, например, продолжает выглядеть белым, а не серым, хотя очевидно, что его яркость здесь понижена. Точный физиологический механизм, благодаря которому проявляется эта тенденция, неясен, и может оказаться, что в конечных исследованиях придется

его рассматривать как явление чисто психологическое.

Требование точного соответствия кривых светочувствительности трех фотоэмульсий кривым чувствительности глаза не является обязательным. Как показал Нюберг, отраженные излучения, совпадающие по цвету, обычно весьма близки также и по спектральным кривым отражения. Поэтому удовлетворительное качество цветопередачи может быть получено и при кривых чувствительности, построенных совершенно по другому принципу, значительно отличающихся от кривых чувствительности глаза. Наиболее достоверные данные о кривых спектральной чувствительности цветочувствительных приемников глаза человека получены Е. Н. Юстовой и Н. Д. Нюбергом.

Существующее в настоящее время положение представляется следующим.

Если белый объект явно заслонен от источника света другим объектом, и это совершенно очевидно, наблюдатель различает, что предмет затенен, и восприятие целого разделяется на две части. Предмет воспринимается более или менее таким, как если бы освещение было одинаковым. Мы видим предмет, в значительной степени правильно воспринимая действи-



Рис. 1. Спектр электромагнитных колебаний и участков видимых глазом излучений.

тельную отражательную способность поверхностей, несмотря на, так сказать, дезориентирующее влияние освещения. Восприятие при этом происходит непосредственно и немедленно без всякого процесса размышлений, и это представляет собой замечательный пример способности мозга приспосабливаться, адаптироваться к существующим условиям.

Если целью является видеть предмет как таковой, необходимо, чтобы особенности освещения также были ясны наблюдателю. Предмет и его освещение отчетливо различаются глазом, пока выполняется одно вполне определенное требование, и это требование очень интересно в понятиях некоторой основной теории, могущей дать ему объяснение. Чтобы при таком двойном восприятии получить правильное представление о предмете, необходимо, чтобы было совершенно очевидно, что создает освещение и что образует тень. В зависимости от того, насколько это очевидно, может получиться различное восприятие. Предположим, например, что тень отбрасывается предметом, невидимым наблюдателю, и что эта тень точно покрывает один из объектов наблюдения. В данных условиях пониженная яркость будет истолкована не как тень, а как пониженная отражательная способность объекта. Действительно, здесь наблюдатель был лишен возможности сделать различие между освещением и отражательной способностью поверхности, и это должно было бы привести его к мнению, что пониженная яркость является свойством объекта, поскольку другой причины увидеть он не мог.

Более интересным является, однако, факт, что в тех случаях, когда характер освещения неясен, *возрастают ошибки* в психологическом разделении свойств и характеристик освещения и предметов. Недостаток очевидности, ясности в характере освещения приводит к тому, что воспринимаемый внешний вид предметов все более определяется освещением и все менее действительными отражательными способностями поверхностей.

Памятные цвета в полиграфии

Памятные цвета — это цвета, которые лучше всего запоминаются. Исследования показали, что люди почти одинаково представляют цвет неба, травы, овощей, фруктов, человеческого лица и др. Эти цвета нужно воспроизводить максимально близко к натуральным. Следует принимать во внимание некоторые потери насыщенности из-за недостатков печатных красок. Если памятные цвета немного менее насыщены, чем в реальной жизни, и если все другие цвета репродукции будут также менее насыщенны, то восприниматься они будут хорошо.

В процессе печати не следует изменять один цвет непропорционально по отношению к другим, так как в этом случае он будет выглядеть ненатурально.

Все цвета, воспроизводимые на оттиске, можно разделить на две группы:

- *легко критикуемые цвета;*
- *некритикуемые цвета.*

К первой группе относят памятные цвета.

Ко второй группе относят цвет искусственно окрашенных объектов, например одежды (кроме белого и черного цвета).

Из сказанного следует, что возможны еще две характеристики оценки цветной полиграфической репродукции: *факсимильная* и *психологическая точность*.

Примером оригиналов для *факсимильно точной репродукции* могут служить произведения живописи. Эти оригиналы выполнены красками на непрозрачной основе, рассматриваются в условиях, сравнимых с условиями рассматривания репродукций, их цветовой охват ненамного превосходит охват печатных оттисков.

Видом оригиналов для *психологически точной репродукции* являются цветные фотоизображения, кроме тех, которые имеют научное или документальное значение. Из них наиболее совершенные по качеству — диапозитивы на фотопленках (слайды). Интервал оптических плотностей такого оригинала может превосходить интервал оттиска более чем в два

паза. Его воспроизведение на оттиске возможно только с нелинейным преобразованием.

Цвет в оформлении печатных изданий

Цвет в полиграфическом оформлении выступает как средство художественной выразительности, его решение подчиняется художественному замыслу и идейно-художественному содержанию издания как произведения искусства.

Решать эти сложные художественные задачи на основе данных цветоведения нелегко. Цветоведение изучает и объясняет цветовые явления в природе, но не цвет в искусстве. Однако в ряде случаев оно помогает художнику.

Цвет в изображении на оттиске всегда выступает в качестве цвета конкретно изображенных объектов и его восприятие зависит от предметно-смыслового значения. Однако цвет на оттиске — это и цветные пятна в плоскости, создающие иллюзию пространства, точнее, уравновешенного пространства.

В то же время для художника «цвет ..., как и живопись, — это живое письмо» (кредо Г. Постовалова), идущее изнутри, личные чувства, переживания и самовыражение. Это его взгляд на мир, на изображение, на издание.

Художники уделяют большое внимание вопросу «уравновешивания» цветовых пятен в изображениях. При обсуждении возможно говорить о «легких» и «тяжелых» цветах. Но уравновешивание цветовых пятен в изображении сводится не столько к равной «весомости» каких-то цветовых пятен в композиции, сколько к такому распределению цветов в пределах изображения, при котором ни одна из его частей не воспринимается неоправданно «перегруженной» цветом, мешающей восприятию изображения в целом. Существенный «вес» имеет изобразительное значение каждого цветового пятна. Основное, главное по содержанию обычно больше выделяется и подчеркивается

цветом, с тем, чтобы на нем сосредоточить внимание наблюдателя.

Для того чтобы воспроизвести яркое освещение, надо цветам ярко освещенных объектов в изображении придать некоторую белесость, воспроизводя их корпусно при более прозрачных лессированных тенях. При этом тени на малоинтенсивных по цвету поверхностях должны иметь оттенок дополнительного цвета к цвету окружающего их более интенсивного цветового фона (явление контраста цветов).

Трактовка цвета в иллюстрации диктуется содержанием иллюстрируемого произведения и изображаемого события, так что различные свойства цветов и цветовые явления используются художником в целях раскрытия содержания и характера изображения, иллюстрации. С помощью цвета художник выделяет главные действующие лица, предмет, сосредотачивает на них внимание зрителя. Знание закономерностей цветовых явлений помогает художнику решать ряд изобразительных задач, например эффектов освещения, выделения пространственных планов в изображении и др.

При подготовке иллюстраций для оформления книг, журналов, рекламы художники используют белую бумагу как белый цвет. И это не только оправданно, но и желательно. Белый цвет бумаги на иллюстрации становится предметным и не воспринимается как поверхность бумаги. Бумага в иллюстрациях воспринимается двояко: и как фон, и как «фигура».

Здесь играет роль предметно-смысловое значение цвета.

Заметность отдельных цветов надо учитывать и в двухцветном наборе и оформлении текста. Обычно второй цвет, например, в форме цветных инициалов, включается в набор для выделения отдельных частей текста.

Вопросы цвета возникают перед оформителем издания не только в тех случаях, когда применяется многокрасочная цветная печать. В одноцветных иллюстрациях (или в иных одноцветных элементах оформления) цвет также участвует, причем его характеристика зависит не только от интен-

сивности оттиска, плотности слоя краски, наконец, выбора краски для печати. Если цветное пятно воспринимается в качестве «фигуры», то его цвет воспринимается уже не таким, как колориметрически одинаковый с ним цвет фона.

При выборе цвета для отдельных элементов оформления печатного издания — орнамента, переплета, форзаца и т.д. — возникает ряд вопросов, касающихся непосредственного подбора и согласования цветов; здесь могут быть полезны сведения о цветовой гармонии. Конечно, такие задачи решаются в зависимости от конкретных целей. Одни и те же сочетания, непригодные для одних случаев, оказываются вполне пригодными для других. При одном содержании оформляемого печатного издания необходимы контрастные, резкие сопоставления цветов, при другом — блеклые, слабые.

Любой цвет в изображении связывается с конкретным изображенным объектом, а в зависимости от этого определенным образом воспринимается. Предметно-смысловое значение цвета играет роль и при решении колорита любой сложной тематической иллюстрации и при выборе цвета переплета. Так, например, черный переплет книги по фотографии или кино отнюдь не воспринимается мрачным, а черная обложка книги детских сказок будет мрачной.

Детские издания требуют особого решения в цвете; дети любят яркие, интенсивные светлые цвета, преимущественно теплых тонов, любят разнообразие цветов и контрастных цветовых сочетаний. Специальными исследованиями установлено также, что многоцветные изображения быстрее, легче воспринимаются детьми, чем одноцветные. Познавательное значение многоцветной иллюстрации вообще значительно больше, чем одноцветной, особенно для юных читателей.

Детские книги в подавляющем большинстве выпускаются в цветном оформлении, при этом цвета берутся локальные, а сочетания цветов — контрастные и разнообразные.

В цветовом оформлении любого печатного издания некоторую роль играет пос-

ледовательный контраст цветов. Но так как читатель не настолько долго задерживает свой взгляд на каждом отдельном элементе цветового оформления, а эти элементы не всегда бывают достаточно интенсивными, чтобы цвет их мог оказать заметное влияние на восприятие последующих страниц (полос издания), то значение последовательного контраста в книжном оформлении малосущественно. Сама же последовательность цветов в оформлении книги, чередование интенсивности его цветовых элементов, несомненно, существенны. Сменяемость и чередование интенсивности цвета при перелистывании страниц обеспечивает некоторое разнообразие в общем оформлении печатных изданий. Эти вопросы также нельзя решать в отрыве от содержания издания и его назначения. Колористическое решение отдельных цветовых элементов, тем более, цветных иллюстраций, диктуется в первую очередь тем, что на них изображено. Помимо сюжетного содержания иллюстраций (например, времени года в пейзажных изображениях), определяющее влияние на их колористическое решение оказывает общий эмоциональный тон изображаемых явлений, событий иллюстрируемого произведения. В одних случаях художник стремится отразить бодрый, веселый характер повествования, в других — печальность событий и т.д.

Роль одновременного контраста в книжном оформлении очень велика. Используя явления одновременного контраста, можно добиться большей интенсивности отдельных цветов и всего колористического решения или, наоборот, большей мягкости цветовых сопоставлений. Художник-оформитель использует эти возможности контраста в зависимости от того, какой творческий замысел положен им в основу композиции. Например, черно-белая фотография на черном фоне полосы смотрится намного насыщеннее и сочнее, чем на белом фоне.

Вполне понятно, что художнику-оформителю издания может помочь в его работе знание закономерностей изменения цветов при вечернем искусственном освещении.

щении, в сумерках, на больших расстояниях и целый ряд других явлений, изучаемых цветоведением.

Приведенные рассуждения лишь частично иллюстрируют полезность таких знаний, отнюдь не раскрывая до конца всех возможностей использования художниками сведений из области науки о цвете в конкретной художественной практике. Практика всегда более многообразна по сравнению с многообразием теории. Задачи оформления печатного издания представляют собой специальную область, изучаемую в особых курсах. Вопросы оформления публикаций выходят за пределы и рамки цветоведения, но включают в себя частично и цветоведение.

Муар в полиграфии

Муар представляет собой оптическое явление, возникающее при наложении двух и более периодических плоскостных структур. В этом случае образуется новая периодическая структура со светлыми и темными зонами и с частотой их расположения более низкой, чем у базовых периодических структур.

При синтезе цвета в процессе печати оттиска на запечатываемый материал наносят два и более растровых изображения, созданных красками разного цвета. Для создания плавных переходов от светлых через



Рис. 2 Муар на оттиске

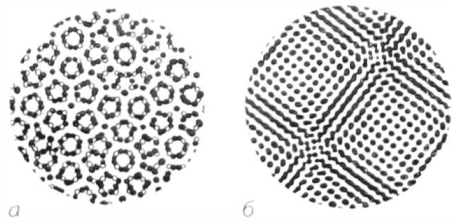


Рис. 3. Муар, возникающий при наложении обычных растровых изображений: а — розеточный; б — квадратный

полутона к насыщенным цветным или черным тонам в полиграфии в процессе подготовке к печати полутоновое изображение оригинала преобразуют в микроштриховое, состоящее из микроштрихов разной площади и формы — круглых, эллиптических или квадратных точек, кривых или прямых линий. Процесс преобразования полутонового изображения в микроштриховое в полиграфии определяют как растривание и проводят с использованием оптических устройств, называемых растрами, или с помощью специальных программ при электронном растривании.

Муар в полиграфии, как показано на рис. 3 — это видимые, периодически повторяющиеся пятна (посторонний рисунок в виде сетки), полосы или линии, возникающие при наложении двух или более периодических плоскостных структур (растровых изображений). Муар может возникнуть при неправильном выборе угла поворота растровой структуры, при повторном репродуцировании растровых изображений (оттисков), а также при печатании на материале с регулярной структурой поверхности. Муар может возникать иногда на части изображения при растривании, если эта часть имеет периодическую структуру, например сеточную структуру материала одежды. Такой муар называется предметным муаром на оттиске.

Синтез цвета в полиграфии при использовании способов высокой (флексографской), плоской (офсетной) и трафаретной печати с регулярными растровыми структурами осложняется двумя явлениями.

- Первое из них состоит в том, что образование цветов при полиграфическом воспроизведении подчиняется закономерностям не только субтрактивного, но одновременно и аддитивного синтеза. Такой смешанный с аддитивным субтрактивный синтез более сложен, и называют его авто-типным синтезом.
- Второе явление заключается в том, что совмещение изображений с периодической растровой структурой может привести к появлению периодического узора, называемого в полиграфии муаром. Если контраст и период муара велики, качество репродукции заметно ухудшается.

Как было уже замечено, муар в процессе полиграфического репродуцирования может возникнуть при неправильном выборе угла поворота раstra, при повторном репродуцировании растровых изображений (оттисков), при печатании на материале с регулярной структурой поверхности. Муар возникает иногда на отдельной части изображения при растривании, если в этой области изображение имеет периодическую структуру.

Растровые элементы цветоделенных изображений печатных форм, предназначенных для печатания разными красками, при синтезе цветного изображения на оттиске в процессе печатания накладываются друг на друга по-разному.

Причинами этого разнообразия наложения печатных красок на оттиске являются:

- 1) сложность приводки красок на оттиске (совмещение изображений при печатании);
- 2) неточность установки углов поворота растровой структуры или ошибочно установленные углы по величине или для отдельных красок, деформация фотографической пленки при изготовлении фотоформы;
- 3) деформация печатной формы;
- 4) деформация бумаги в процессе печатания, особенно в плоской печати вследствие нанесения увлажняющего раствора на форму;

- 5) использование тисненых бумаг или других запечатываемых материалов с периодической структурой поверхности.

При этом направления растровых линий на изображениях, печатаемых разными красками, не вполне совпадают. Это ведет к возникновению муара — вторичной структуры на растровом изображении.

Количественно муар описывается двумя характеристиками:

- **Период муара.** Это расстояние между осевыми линиями светлых (или темных) полос.

Муар, образованный в результате наложения линейных структур, называется линейным.

Как видно из рис. 3, при наложении «точечных изображений» могут возникнуть два типа муара: *розеточный муар*, имеющий вид стилизованного цветка, и *квадратный муар*. Розеточный муар образуется при больших углах между направлениями линий раstra, квадратный — при малых углах. Поскольку один тип муара переходит в другой плавно, углы точно указать нельзя.

На обычных растровых оттисках муар возникает из-за того, что растровые элементы на некоторых участках изображения накладываются друг на друга в большей или меньшей степени, а на других располагаются рядом. Участки наложений оказываются более светлыми, чем те, где элементы лежат рядом.

- **Контраст муара.** Это разность между максимальной и минимальной величинами интегральных оптических плотностей на данном участке, возникающая вследствие муара.

Контраст муара зависит от светлоты накладываемых красок, их числа, а также условий их наложения. Наибольшее значение контраст муара имеет в полутонах изображения. В светах и тенях он заметно снижается.

Контраст муара наряду с его периодом определяет степень влияния муара на качество изображения. Чем больше период и контраст муара, тем хуже качество репродукции.

Возможны два пути снижения влияния муара на качество цветной репродукции. Первый из них состоит в установке такого угла между периодическими структурами изображений, который обеспечил бы период муара, превышающий формат изображения. Тогда при использовании этого или меньшего угла рисунок муара «уходит» за пределы репродукции. Другой путь состоит в подборе такого угла, когда муар имеет минимальный период. В зависимости от угла между периодическими структурами изображений период муара имеет минимум, вблизи которого эта величина мало критична. Этот минимум для двухкрасочного муара соответствует 45° . Следовательно, если два обычных растровых изображения сложить под углом 45° , то муар получится минимальным. Этот принцип минимизации муара применим и к трехкрасочным и четырехкрасочным муарам.

При изготовлении цветоделенных фотоформ (печатных форм) для репродуцирования цветных изображений полиграфическими средствами возможны два варианта поворотов растровых структур. В первом из них углы между линиями растровых структур при переходе от одного цветоде-

ленного изображения к другому изменяются на 22° . Во втором случае углы разные. При получении цветоделенного растрового изображения для желтой краски линии раstra устанавливают вертикально, при получении цветоделенного растрового изображения для голубой краски поворачивают на 15° , а затем каждый раз на 30° .

Первый вариант предпочтительнее, потому что второй по невыясненным пока причинам в некоторых случаях не гарантирует защиты от образования муара. Велика вероятность возникновения квадратного муара в процессе печатания.

Уменьшение муара обеспечивается соблюдением оптимальных углов (не менее 15° между растровыми структурами отдельных красок) поворота растровых структур и повышением его линиатуры.

Муар не только ухудшает внешний вид репродукции, но и влияет на результат синтеза цвета на оттиске. В связи с этим цвета репродукции оказываются связанными не только с количеством красок, но и с взаимным расположением растровых элементов на оттиске.

Муар в полиграфии – источник проблем для технологов и дизайнеров.



Глава 3

ЦВЕТ В ПРИРОДЕ, НАУКЕ И ПОЛИГРАФИИ

Она (Природа) все. Она сама себя и награждает, и наказывает, и радуется, и мучит. Она сурова и кротка, любит и ужасает, немощна и всемогуща. Все в ней непрестанно. Она не ведает прошедшего и будущего; настоящее ее - вечность. Она добра. Я славословлю ее со всеми ее делами.

Гёте

Проблемами цвета с глубокой древности и до наших дней занимается целый ряд научных дисциплин, каждая из которых изучает цвет с интересующей ее стороны. Физику интересует энергетическая природа цвета, физиологию — процесс восприятия света человеком и превращения его в цвет, психологию — проблема восприятия излучения и воздействия его на психику, способность вызывать различные эмоции, биологию — значение и роль цвета в жизнедеятельности живых организмов и растений.

Основная задача, которую решают полиграфические технологии — это высококачественная печать цветных изображений, максимально приближенных по воспроизведению цвета к оригиналу. Совершенству нет предела, особенно когда речь идет о предмете, связанном с восприятием цвета.

Особую роль цвет играет в изданиях, несущих кроме информативной и эстетической, еще и эмоциональную нагрузку, мотивации, например в рекламных и политических изданиях.

Цвет в науке

Очень трудно пересказать другому человеку свое ощущение цвета. Цвет можно только видеть. Понимая это, Эпихарм сделал следующее заключение: «Ум и видит, ум и слышит: слепо, глухо остальное». Однако что такое цвет?

Цвет — это одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как зрительное ощущение. Зрительные ощущения возникают под действием на органы зрения излучений видимого диапазона. Диапазон длины волны зрительных ощущений (цвета) находится примерно в пределах 380—760 нанометров. Физические свойства излучения тесно связаны со свойствами вызываемого ими ощущения: с изменением мощности изменяется светлота, а с изменением длины волны — цветность. Характер ощущения цвета зависит как от суммарной реакции чувствительных к цвету рецепторов глаза (человека), так и от соотношения реакций каждого из трех типов рецепторов. Суммарная реакция чувствительных к цвету рецепторов

глаза определяет светлоту, а соотношение ее долей — цветность (цветовой тон и насыщенность).

Характеристиками цвета являются *цветовой тон, насыщенность и светлота (яркость)*.

Светлота — это психологическое восприятие яркости излучения, отражения или пропускания света веществом, материальной средой или поверхностью предмета.

Физические свойства излучения — мощность и длина волны тесно связаны со свойствами возбуждаемого им ощущения. С изменением мощности изменяется яркость излучения, а с изменением длины волны — визуально воспринимаемая цветность излучения. Представление о светлоте и цветности наглядно можно проиллюстрировать, поместив окрашенную поверхность частично на прямой солнечный свет, а частично — в тень. Обе части ее имеют одинаковую цветность, но разную светлоту. Единство этих двух характеристик обозначается термином «цвет». Строгое определение термина «цвет» трудно для понимания. Поэтому целесообразно вначале дать определение, понимание которого не требует предварительной подготовки. Оно предложено известным физиком Шредингером (1920 г.). По Шредингеру, «цвет есть свойство спектральных составов излучений определенных интервалов видимого спектра, не различаемых раздельно человеком визуально».

По доминирующей гипотезе о восприятии цвета человеком, характер цветového ощущения зависит как от суммарной реакции чувствительных к цвету рецепторов глаза (человека), так и от соотношения реакций каждого из трех типов рецепторов.

Когда излучение раздражает все рецепторы одинаково, то цвет излучения воспринимается как белый, серый или как черный. Для того чтобы увидеть свет белым, излучателю света необходимо равномерно излучать энергию в интервале от 380 до 760 нанометров. В зависимости от энергии излучения и уровня адаптации глаза, человек видит ослепительно-белое, белое, серое, темно-серое или черное. Эти

градации относительные, и для их абсолютной оценки необходимы эталоны. Поэтому существуют и такие языковые формы, как: ослепляющий свет, белый как снег, черный как сажа, серый как воробей.

Белый, серый и черный цвета называются ахроматическими — иными словами — они не являются цветными. Эти цвета не различаются качественно. Разница в зрительных ощущениях при действии на глаз ахроматических излучений зависит только от уровня раздражения рецепторов. Поэтому ахроматические цвета могут быть заданы одной психологической величиной — *светлотой*.

Если рецепторы разных типов раздражены неодинаково, возникает ощущение хроматического цвета. Для его описания нужны уже две величины — светлота и цветность. Качественная характеристика зрительного ощущения — это *цветность*. Для описания цветности используют два параметра: *насыщенность и цветовой тон*.

Цветовой тон, насыщенность и светлота — это три субъективно воспринимаемых глазом параметра хроматических цветов.

Цветовой тон — это качественная субъективная характеристика цвета, которая познается через ощущения и определяется словами — синий цвет, зеленый цвет, красный цвет, желтый цвет и т. д. Цветовой тон предметов зависит от избирательного спектрального пропускания прозрачных предметов и избирательного спектрального отражения непрозрачных предметов. В нашем сознании цветовой тон ассоциируется с окраской хорошо знакомых предметов (памятные цвета). Многие наименования цветов в русском языке произошли прямо от объектов с характерным памятным цветом. Например, такие, как малиновый и вишневый, болотный и сиреневый, розовый и т. д. Наши ощущения субъективны. Они зависят не только от спектрального отражения или пропускания, но также от тонкости восприятия, традиции, профессии, места проживания и многих других факторов.

Насыщенность цвета — это вторая качественная субъективная характеристика цвета, которая определяется интенсивнос-

тью ощущения цветового тона. Насыщенность цвета ассоциируется в нашем сознании с количеством красящего вещества, например, с его концентрацией в краске, а также с его чистотой. Например, насыщая раствор красителем, мы тем самым увеличиваем насыщенность цвета этого раствора.

Натренированный наблюдатель при ярком дневном освещении различает до 180 цветовых тонов и до 16 ступеней (градаций) насыщенности каждого цветового тона. Следовательно, шкала цветового охвата человека состоит из 2880 оттенков чистых цветов, а оттенков смешенных цветов конечное, но очень большое множество. С уменьшением освещения число различимых цветных тонов и градаций насыщенности заметно сокращается. Кроме того, меняется представление о цветовом тоне. Ночью все кошки серы.

Ощущения цветового тона и насыщенности можно приближенно выразить объективными характеристиками излучений. Цветовой тон объективно выражают длиной волны монохроматического потока, который в смеси с белым дает такое же зрительное ощущение цвета, как характеризваемый объект. Чем больше мощность монохроматического излучения в смеси и чем меньше мощность белого, тем выше чистота цвета. Насыщенность количественно выражается *чистотой цвета*, которая представляет собой долю монохроматического потока в смеси его с белым. Спектральные цвета имеют максимальную чистоту цвета, равную единице, а ахроматические цвета — наименьшую, нулевую чистоту и цветность.

Светлота — третья субъективная характеристика, которая определяется ощущением объективной величины яркости. Когда одновременно рассматриваются разноокрашенные предметы, мы отчетливо видим, какие из них светлее, какие темнее, хотя они и различны по цветовому тону. Сопоставляя участки полоски одного цвета в светах и тенях, мы видим различия в освещенности и цвете разных участков рассматриваемого объекта.

Любой хроматический цвет может быть сопоставлен по светлоте с ахроматическим

цветом. Чем меньше насыщенность хроматического цвета, тем ближе он к ахроматическому цвету и тем легче найти соответствующий ему по светлоте ахроматический цвет. Начало и конец ахроматического ряда — это белое и черное.

В качестве эталона белой поверхности используют пластины, поверхность которых покрыта сульфатом бария. Баритовая пластина практически полно и равномерно по спектру отражает падающие на нее монохроматические (одноцветные) излучения. Близки к ней по отражательной способности пластинки магния, а также поверхности, покрытые цинковыми или титановыми белилами. Даже небольшая разница в коэффициентах отражения белых поверхностей зрительно очень заметна. Если на баритовую пластинку положить кусочек белой мелованной бумаги, то он будет выглядеть по сравнению с эталоном серым. Некоторые виды бумаги в сравнении с эталоном белого цвета зрительно воспринимаются не только темнее, но еще и с некоторым цветным оттенком. Белизна бумаги имеет в полиграфии большое значение. Чем больше белизна бумаги, тем больше контраст и количество ступеней градации цветного изображения на оттиске.

Если от поверхности отражается менее 1,5% излучений видимого спектра, то зрительно эта поверхность воспринимается как черная. Наиболее черный цвет имеет абсолютно черное тело. Однако для практических целей в качестве эталона черного цвета при рассмотрении в отраженном свете используют поверхности, покрытые черным бархатом, а при рассмотрении в проходящем свете — образцы проявленной черно-белой фотопленки. Цвет черных красок зависит от поглощающей способности пигмента, например сажи. Чем больше света поглощает пигмент и чем меньше в краске связующего вещества, тем она чернее. Практически нет красок, которые бы полно и равномерно поглощали все монохроматические излучения. Обычно черные краски имеют коричневый или синий оттенок. На цвет черной поверхности влияет так-

же и ее шероховатость. От черных матовых поверхностей падающие лучи отражаются рассеянно, а от глянцевых — направленно. Гладкие черные поверхности мы видим более черными, чем шероховатые, матовые. Поэтому на глянцевых бумагах контраст однокрасочного черно-белого изображения и насыщенность черного больше.

Ряд ахроматических тонов (от белого до черного через серый тон) представляет собой серую ступенчатую шкалу, которую используют в полиграфии для контроля репродукционных процессов. Поля такой шкалы, полученной на черно-белой фотобумаге или фотопленке, различаются только по светлоте.

Метамерные и дополнительные цвета

Все процессы в полиграфии основаны на том, что многообразие цветов на оттиске синтезируется смешением нескольких вполне определенных красок. Это возможно потому, что одинаково визуальное восприимчивые цвета могут различаться по спектральному составу излучения.

Излучения, которые имеют одинаковый цвет, но различный спектральный состав, называются *метамерными*. Метамерия цветов — это способность нашего зрения видеть различные по спектральному составу излучения одинаковыми по цвету. Мы постоянно видим метамерные цвета. Более того, получение любых цветных изображений основано на метамерии. Например, оранжевый цвет можно получить на бумаге оранжевой краской или же наложением слоев двух красок: пурпурной и желтой.

С увеличением насыщенности цвета метамерия цветов уменьшается. Спектральные цвета не имеют метамеров, так как каждый из них создается одним-единственным монохроматическим излучением. Среди красок наибольшей метамерией, т.е. наибольшим разнообразием по спектральному составу, обладают темные, зачерненные цвета.

На метамерии цвета основаны все колориметрические методы, в которых для из-

лучения сложного состава подбирается такая смесь некоторого монохроматического излучения с белым, которая зрительно неотличима от него по цвету. С метамерией цвета связано понятие о *дополнительных цветах*.

Дополнительными цветами называются цвета двух излучений или двух красок, образующих в смеси ахроматический цвет. Например, смесь желтой и синей красок, взятых в больших количествах, дает черный цвет. Когда эти же краски взяты в малых количествах, они дают серый цвет. Аналогично пурпурная краска с зеленой краской, а красная с голубой образуют черные и серые цвета. Только серые тона не имеют дополнительных цветов. Они сами по себе по-разному разбеленные и зачерненные — серые.

Уменьшение метамерии цвета с увеличением насыщенности имеет большое практическое значение в полиграфии, особенно при выборе печатных красок и цветоделительных светофильтров. Чем насыщеннее краски, тем ярче оттиск, тем больше соответствие репродукции оригиналу, тем больше количество красок при печатании его необходимо для репродуцирования.

Деградация цветового тона как оттенков цвета

Одним из неперменных свойств цвета является так называемая деградация тонов. Она возникает, когда один цветовой тон незаметно переходит в другой и далее, образуя перетекание одного цвета в другой, создавая, таким образом, цветовую гамму, которую можно определить как созвучие близких между собой по светлоте, насыщенности и цветовому тону цветов. Как правило, в живописном произведении художником разыгрывается несколько гамм, в целом образующих определенную тональность. Тональность характеризует доминирующее цветовое состояние изображения. Именно через определенную тональность в пейзаже, например, выражается состояние времени года, суток, состояние погоды; в выражениях типа «серебристый колорит», «светло-ко-

ричный» и т.д. речь идет скорее о тональности цвета, нежели о цвете.

В искусствоведческой литературе оттенок и нюанс — наиболее употребительные слова, которые, встречаясь в различных контекстах, выражают разнообразные понятия: то это тона одной цветной краски, то цветовые тона разных красок по цвету. «Нюанс» по-французски значит «оттенок», и, казалось бы, их можно рассматривать как синонимы. Однако довольно часто приходится встречаться с текстами, где смысл, вкладываемый в них, имеет существенные различия.

Оттенок — цветовой тон определенно-го цвета, к которому добавлен белый или черный цвет или тот и другой в определенном количестве. И чем больше это количество, тем сильнее оттенок отличается от насыщенного исходного цветового тона первичного базового цвета. Оттенок можно дополнительно определить как качество цветового пятна, дополнительно характеризующее его цветность, в выражениях типа «серый красноватого оттенка», «голубовато-зеленый» и т.д. Оттенок живописцу дороже цвета. По словам К. Ф. Юона, живопись, «не дышащая в каждом своем цвете тысячу обогащающих ее оттенков, есть мертвая живопись».

Оттенком также называют и изменение цветового пятна в каком-либо направлении с преобладанием ахроматического цвета. Например, по светлоте или цветовому тону. Последнее изменение более правильно называть нюансом.

Нюанс — это тонкая, количественно незначительная разновидность цветовых пятен, сближенных между собой по цветовому тону. Нюанс всегда выражает характеристику одного цветового тона относительно другого. Более светлым является коричневый цвет соломенного оттенка. Прекрасен телесный цвет без лилового оттенка.

Системы излучателей света

Инженеры, занимающиеся световой техникой, всегда интересовались световым излучением, действующим как внешний раздражитель для визуального восприятия. И был

найден фактор и параметр, определяющий раздражение, — *цветовой стимул*.

До того, как полностью было осознано сложное взаимоотношение между физическим стимулом и восприятием, считалось, что физическое измерение возбуждения будет в равной мере относиться к восприятию и тем самым к пространству света и цвета. Последующие исследования показали, что это не совсем так.

Цветометрическая система МКО (CIE) абстрактная система, основанная на смеси дополнительного цветового воздействия. На основании эксперимента по нахождению соответствия система МКО должна показать, когда два стимула могут дать одни и те же цвета.

Системы пигментов и красителей

Применяемые для окраски материалов вещества называются *колорантами* (*красящие вещества*). К колорантам относят различные виды *красителей* и *пигментов*.

Красители являются растворимыми веществами или веществами, которые растворяются в процессе крашения. Они обычно используются для окраски текстильных изделий, бумаги, пластмассы, кожи и т.п. Некоторые классы красителей становятся нерастворимыми в результате химического процесса уже после проникновения в окрашиваемый материал.

Пигменты — это нерастворимые частички веществ, диспергированные в жидкостях, называемые связующими и создающие краски общего назначения, лаки, полиграфические краски. Диспергированные в густых смесях частицы в конечном счете и вызывают при затвердевании окрашивание запечатываемого материала: бумаги, картона, пластмассы, резины и т.п.

Люминесцирующие пигменты для красок обычно представляют собой красители, растворимые в пластмассе. Краситель и ингредиенты пластмассы объединяют прежде, чем пластмассу химическим путем превращают в нерастворимое твердое вещество,

измельчают в порошок и получают нерастворимые в растворителях частички.

В настоящее время имеется большое множество пигментов и красителей. Лишь относительно небольшое их число представляет интерес для художников и дизайнеров. Например, кустойчивым к свету только художественным пигментам можно причислить не менее 100 пигментов, которые используются или могут использоваться художниками и полиграфистами.

Цветовые пространства

Яблоки красные, небо голубое, а трава зеленая.

Однако существует огромное количество сортов яблок, отличающихся по цвету. Цвет неба меняется в зависимости от времени дня. Цвет травы может приблизиться к коричневому или желтому в зависимости от времени года, разновидности травы или погоды. Все мы замечаем, что даже в объектах природы наблюдаются непостоянство цветового тона и огромные цветовые различия.

И в первом приближении объяснить это можно, приведя мысль Вейцеккера, который сказал, что «природа была до человека, но человек был до естествознания».

Как же в таком случае можно точно передать цвет?

Эти примеры показывают, насколько сложной может быть задача описания цвета в точных и универсальных терминах. Ее решением, как мы уже знаем, занимаются ученые, посвятившие себя проблеме цвета.

Жизнь как процесс заключается в непрерывном извлечении информации из окружающего нас мира, ее обработке и анализе.

Отношения человека с окружающим миром основаны на информационной для человека природе цвета. Эта информация постоянно обрабатывается и анализируется, а результаты используются для дальнейшего совершенствования познания окружающего мира, развития среды обитания и совершенствования человека как такового.

Цветовое пространство — это неотъемлемая визуальная область информаци-

онного пространства, его составная часть, и оно необходимо человеку для адекватного понимания и реагирования на окружающий его мир по мере его познания.

Цвет моделируется на основе не качественных, а количественных параметров цвета. И все существующие модели цвета — это лишь достаточно грубое приближение к познанию информационной сущности пространства цвета.

Для того чтобы модель цветового пространства стала точнее, необходимо рассматривать проблему с разных позиций. Комплексное решение необходимо искать на стыке технологий, используя накопленные знания в различных областях современной науки.

Процесс цветового восприятия позволяет различать около 10 млн цветовых оттенков. Чтобы описать и свести их в цветовую систему, необходим ряд основных принципов:

- 1) ясное и четкое определение того, что нужно включать в последовательность,
- 2) логическая структура пространства,
- 3) ряд четко сформулированных изменений,
- 4) метод градации.

Большинство цветовых пространств демонстрируется с помощью цветовых атласов, а также как рабочий материал из образцов в работе дизайнеров.

Если мы примем определение цвета как объекта, то последовательность цветовой системы должна составляться в соответствии с визуально наблюдаемыми качествами цвета.

Для различных концепций цвета будут нужны различные отличительные свойства восприятия и переменные величины, а также различные принципы структурирования цветового пространства. В основу структурирования могут быть положены цветовые различия и цветовое сходство.

В системе цветовых различий, сохраняя две переменные величины без изменений и двигаясь вдоль третьей из одной узловой точки к другой, воспринимаемое различие цветового образца всегда будет оставаться одним и тем же.

В системе цветового сходства узловые точки представлены равномерными пропорциональными ступеньками цветовых подобию относительно воспринимаемого цвета.

Различные принципы градации составляют значительные общие различия между системами цвета, особенно это относится к градации оттенков, но, когда сравниваются небольшие куски цветового пространства, различия в градации становятся незначительными и визуально едва заметными.

Подлинную систему цветового пространства можно получить путем феноменологического анализа воспринимаемых цветов, и нет необходимости основываться на физических стимулах цвета. Фактически, если систему цветового пространства применять для произвольной ситуации наблюдения, то ее не следует привязывать к какому-либо физическим явлениям, предшествующим восприятию.

Индивидуальные системы

Многие художники разработали свои индивидуальные системы, в основе которых лежат ощущения, связанные с тем, как пигменты на их палитре должны быть использованы для получения необходимого эффекта на полотне.

Опытным путем художник изучает сложные способы взаимодействия на полотне и определяет «цвет» больше с помощью своих пигментов, чем восприятием наблюдателя. Точно так же красильщик приобретает навык в подборе красок (красящее вещество — пигмент) и чернил (красящее вещество — краситель) в нужных пропорциях для получения желаемого результата.

В промышленности, где цветные материалы производятся за счет смешивания красителей и пигментов, есть необходимость в системе пигментной смеси, где красители или пигменты смешиваются в простых числовых отношениях. Основы даются фактическим технологическим процессом.

Новая форма пигментных систем, которая будет играть весьма существенную роль в ближайшем будущем, заключается в том,

как соотнести люминофор или набор цветных фильтров и излучателей (пленок) цветных мониторов с графикой видео и компьютера и как соотнести физические сигналы монитора с воспринимаемыми цветами.

Названия цветов в этих системах исторически или функционально связаны с используемыми материалами. Они могут соответствовать или не соответствовать наблюдаемому цвету материала или конечного продукта. Например, суап первоначально являл собой голубовато-зеленый органический краситель, но сейчас используется в качестве пигмента, где, по-видимому, он ближе к чисто-голубому цвету.

Подобные системы полезны в рамках конкретной отрасли промышленности, но так как они строятся по разным критериям и правилам, основаниям, то они не могут использоваться за пределами своей отрасли, для которой они и были созданы. Когда производитель цветных материалов или цветовых образов хочет контактировать с заказчиками или со своими коллегами в других отраслях, подобная система будет малополезна, если заказчик не желает изучить новую цветовую систему для каждого нового изделия, которое он покупает.

Всем, кто занимается цветом профессионально, нужен способ описания цвета с точки зрения не технологии изготовления, а внешнего вида цвета.

Иногда заявляют, для того чтобы принять цветовую систему, ее надо «осознать» вместе с цветовыми образцами. Конечно же, это необходимо на практике, но для создания общих цветовых пространств и моделей цвета как абстрактных систем, такой необходимости не только нет, но это является ошибочным требованием.

Структура цветового пространства

Структура системы цветовой последовательности включает в себя и выбор переменных параметров, и геометрическую модель, в которой эти переменные иллюстрируются.

Для большинства цветковых систем набор цилиндрических координат (осей), таких как оттенок, освещенность или темнота, а также насыщенность (глубина оттенка), цветность был выбран без дальнейшего доказательства или определения. Но более внимательное изучение показывает, что эти концепции не так самоочевидны, что их определения не совсем правильны или вводят в заблуждение и что возможны также другие переменные.

«Узловые точки» в цветковых системах и цветковые образцы в соответствующем атласе обычно в соответствии с восприятием должны быть равномерно распределены в возможно большем количестве направлений.

Требуемое равномерное распределение во всех направлениях не может быть достигнуто цилиндрическими координатами, поскольку расстояние между смежными плоскостями оттенков сокращается в направлении серой оси от середины к белому и черному.

Сканирование, редактирование тона и цвета, вывод изображений на экран, фотопленку, формную пластину и печать на бумаге были бы невозможны без универсальных «языков» цвета, без способов точного описания цвета в стандартизованных цифровых и математических выражениях.

Цветовые пространства (модели описания цвета) являются средствами количественного описания цвета и различия между оттенками цвета.

Независимо от того, что лежит в основе создания модели, любая цветовая модель, ее пространство цвета должны удовлетворять трем требованиям:

1. цвет в модели должен быть определен способом, не зависящим от возможностей какого-то конкретного устройства;
2. модель должна точно и однозначно определять гамму (диапазон, цветовой охват) задаваемых цветов;
3. в модели должно учитываться, что эта гамма определяется особенностями восприятия, пропускания или отражения света.

Существует много различных моделей описания цвета, но все они принадлежат к одному из следующих типов:

- *психологические* (основанные на восприятии цвета человеком и связанные с особенностями его зрительной системы);
- *аддитивные* (основанные на сложении излучений отдельных зон спектра света и связанные с источниками света);
- *субтрактивные* (основанные на вычитании отдельных зон спектра света освещения при отражении или пропускании света и связанные окрашенными поверхностями и средами — чернилами, красками, пигментами и красителями).
- *комбинированные*.

Немного истории

Потребность в систематизации и классификации цветов возникла давно. Продиктована она была как потребностями практики, так и науки, и, в частности, таких областей научного знания, как биология, минералогия, медицина, светотехника и химия. Большое значение имеет она и для теории живописи. Многообразие наблюдаемых в природе цветов художники и ученые издавна стремились привести в какую-либо систему — расположить все цвета в определенном порядке, выделить среди них основные и производные.

За всю многолетнюю практику изучения цвета человек создал более четырех сотен моделей и систем цвета. Огромное количество методов и подходов, которые использовались при моделировании цветового пространства, указывают на неослабевающий и постоянный интерес человека к этой проблеме.

В хронологическую таблицу, составленную по материалам отечественных и зарубежных источников, из-за невозможности представить все модели — включены наиболее характерные.

Разрозненность знаний, а также независимые отраслевые понятия, термины и представления, модели и основные цветанеспособности установлению ясности при обсуждении цвета и связанных с ним вопросов.

Хронологическая таблица моделирования цветовых систем

	Дата, год	Автор	Страна	Основные цвета	Модель/форма	Примечание
1	490–430гг., V век до н.э.	Эмпедокл	Сицилия	Красный, голубой, синий, желтый (оранжевый), белый, черный, серый	Цветообозначения в пространстве	Первая пространственная цветовая модель.
2	384–322гг., IV век до н.э. (VI–IVвв. до н.э.)	Аристотель (Пифагор, Платон)	Афины (Кротон, Киклады)	Белый, желтый, красный, фиолетовый, зеленый, синий, черный	Линии, диаграмма	На плоскости.
3	1230	Роберт Гроссетесте	Оксфордск. ун-т. Англия.	Семь неизвестных цветов между очень ярким и очень темным	Двойной конус	В пространстве
4	1435	Леон Батиста Алберти	Италия	Желтый, зеленый, синий, красный	Двойная пирамида	В пространстве
5	1510	Леонардо да Винчи	Италия	Белый, желтый, зеленый, синий, красный	Модель смешения	Для художников
6	1611	Арон Зигфрид Форсиус	Финляндия	Черный, белый, красный, желтый, зеленый (синий)	Сфера	Первая сферическая модель
7	1613	Франциск Агьюлюниус	Бельгия	Желтый, красный, синий между белым и черным	Диаграмма в виде радуги	На плоскости
8	1629	Роберт Флудд	Англия	Синий, зеленый, красный, желтый (две разновидности)	Цветовой круг	Для медиков
9	1646	А. Кирхер	Германия	Красный, синий с добавлением черного и белого	Линейная диаграмма	Метасистема планетарной конструкции
10	1686	Рихард Валлер	Англия	Желтый, красный, синий, зеленый.	Квадрат	Используя принцип дополнителности, расположил основные цвета по середине каждой стороны квадрата, а вторичные по краям диагоналей
11	1704	Исаак Ньютон	Англия	Красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, ультрамариновый, фиолетовый	Спектр, цветовой круг	Физика света
12	1758	Т. Майер	Германия	Красный, желтый, синий	Цветовой треугольник	Белый и черный цвета выделил в два отдельно располагающихся на одной оси центра
13	1770	М. Харрис	Англия	Красный, желтый, синий	Цветовой круг	Смешивание цветов
14	1772	Йохан Генрих Ламберт	Германия	Киноварь (красный), королевский желтый (желтый), лазурный (синий)	Треугольник, пирамида, двойная пирамида	Определение цвета текстиля. При моделировании попытался учесть влияние светлоты и насыщенности
15	1772	Игнас Шифермюллер	Австрия	Красный, синий, зеленый, желтый	Цветовой круг	Двенадцати-частный цветовой круг, подобный цветовому кругу Луи Кастеля
16	1809.	Джеймс Соверби	Англия	Красный, желтый, синий (красный, зеленый, синий).	Модифицированные треугольники	Т. Юнг взял для своей теории трихроматического зрения основные цвета Соверби

	Дата, год	Автор	Страна	Основные цвета	Модель/форма	Примечание
17	1790–1810	Иоганн Вольфганг фон Гёте	Германия	Красный (пурпурный), желтый, синий	Цветовой круг, треугольные цветы, диаграмма	На плоскости. Дополнительные цвета. Комплексный метод изучения системы цвет—человек. Оппонент научного метода Ньютона
18	1810	Филипп Отто Рунге	Германия	Синий, красный, желтый	Сфера	Пространственная модель. Использован треугольник цветов Гёте
19	1826	Чарльз Хайтер	Англия	Красный, желтый, синий	Треугольник	Архитектор и художник
20	1839	Мишель Шеврель	Франция	Красный, желтый, синий	Цветовой круг. Полусфера	Химик. Для текстильной промышленности. 72-х частный цветовой круг
21	1846	Георг Филд	Англия	Красный, желтый, синий (оранжевый, зеленый, пурпурный)	Цветовой круг	Оппонент Ньютона
22	1855–1860	Джеймс Клерк Максвелл	Англия	Красный, зеленый, синий	Треугольник. Цветовая диаграмма. Треугольник цветности	Для колориметрических измерений. Диаграмма цветности Максвелла использовалась в системах CIE
23	1860	Герман фон Гельмгольц	Германия	Красный, зеленый, сине-фиолетовый	Модифицированный треугольник	Колориметрия
24	1868	Вильям Бенсон	Англия	Красный, зеленый, синий	Куб	Архитектор. Первая цветовая кубическая система
25	1874	Вильгельм фон Бецольд	Германия	Красный, зеленый, синий (сине-фиолетовый)	Цветовой круг. Конус	Физик. Для искусства, дизайна, художников, колористов
26	1874–1893	Вильгельм Вундт	Германия	1) Зеленый, синий, пурпурный, желтый. 2) Желтый, синий, красный	1) Сфера. 1874 г. 2) Конус. 1893 г.	Психолог
27	1874–1878	Эвальд Геринг	Австрия	Красный, зеленый, желтый, синий	Оппонентные процессы	Физиолог. Психолог. Восприятие цвета человеком. Идеи Геринга вошли во все последующие модели CIE
28	1879	Чарльз Бланк	Франция	Желтый, красный, синий	Цветовой круг	Искусствовед
29	1879	Н. Роуд	США	Красный, зеленый, синий	Цветовой круг	Психологический спектр
30	1902	Герман Эббингхауз	Германия	Красный, желтый, зеленый, синий	Двойная пирамида	Психолог
31	1912	Роберт Ридгвай	США	36 цветов	Двойной конус	Цвета насекомых, птиц, растений.
32	1905–1916	Алберт Генри Манселл	США	Красный, желтый, зеленый, синий, пурпурный	Цветовой круг. Цветовое дерево. Модель смешения. Цветовое пространство по форме напоминает цилиндр	Для художников. Обозначения цвета по Манселлу вошли в стандарты США, Англии, Японии

	Дата, год	Автор	Страна	Основные цвета	Модель/форма	Примечание
33	1916–1917	Вильгельм Оствальд	Германия	Желтый, красный, синий, зеленый (цвет морской волны)	Цветовой круг. Двойной конус	Физик. Химик. Нобелевский лауреат. Ввел нормирование и обозначение цвета. 24-х частный цветовой круг
34	1923	Мишель Якобс	Канада	Красный, зеленый, фиолетовый (сине-фиолетовый)	Цветовой круг	Художник
35	1924	Макс Беке	Австрия	Чистый желтый, чистый синий, чистый пурпурный	Куб.	Химик—колорист
36	1929	Артур Поуп	США	Красный, желтый, синий	Треугольники. Модифицированный двойной куб	Для художников. Выдвинул идею использовать четыре переменные: цветовой тон, воспринимаемая чистота, яркость цвета, светлота
37	1929	Эдвин Боринг	США	Красный, зеленый, желтый, синий	Двойная пирамида	Психолог
38	1931	Стандартные цветовые таблицы	CIE	Красный, зеленый, синий	Диаграмма	Международная комиссия по освещению. Диаграмма цветности
39	1931	CIE (x, y, Y)	CIE	Три световых стимула: красный (700 нм), зеленый (546 нм), синий (435.8 нм)	Цветовой график. Диаграмма цветности CIExy	Вычисление координат цвета. Стандартный наблюдатель 2°
40	1928	С. Рош	Германия	Красный, зеленый, синий	Диаграмма	Колориметрия. CIE диаграмма
41	1934	Фабер Биррен	США	Красный, зеленый, желтый, синий	Цветовой круг	Для художников
42	1939	Тригве Йогансон	Швеция	Желтый, синий, зеленый, красный	Модифицированный цилиндр	Физик. NCS. Геринг. Архитектура и дизайн
43	1941	Хантер	США	Желтый, синий, зеленый, красный	Оппонентное цветовое пространство $La\beta$	Геринг. Нелинейные переменные (α и β)
44	1944	Д. Л. Мак—Адам	США	Красный, зеленый, синий	Топографические модифицированные треугольники	Колориметрия. UCS-графики. CIE
45	1951	Эмилиус Мюллер	Швейцария	Cyan, magenta, yellow	Куб	Теоретик и практик по цвету. Архитектура. Трехцветный куб 1000
46	1952	Альфред Хикетайер	Германия	Cyan—blue, magenta—red, yellow.	Куб	Цветовой куб
47	1953	Свен Хесселгрин	Швеция	Желтый, красный, синий, зеленый	Модифицированный двойной конус. Цветовой круг	Архитектура, интерьер, дизайн. 24-х частный цветовой круг
48	1953	DIN	Германия	Желтый, красный, синий, зеленый	Конус	Германский институт стандартов

	Дата, год	Автор	Страна	Основные цвета	Модель/форма	Примечание
49	1955	ISCC—NBS	США	Красный, желтый, зеленый, синий, пурпурный.	Карты наименований цвета. Центроидный номер. Перечень наименований цвета. Блоки и зоны наименований цвета.	31 карта. 267 стандартизованных наименований цвета.
50	1956	Е. Б. Рабкин	СССР	Красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, сине-фиолетовый, фиолетовый, пурпурный	Двойной конус. Цветовой круг	45-и частный цветовой круг. Цветовые треугольные таблицы. Атлас. 660 образцов-эталонов. 36-и польные шкалы
51	1960	OSA	США	Желтый, синий, зеленый, красный	Кубический октаэдр. Равноконтрастные цветовые шкалы	Американское оптическое общество. 558 цветов. 398 равноконтрастных цветовых шкал. 50 нейтральных шкал
52	1965	Эмилиус Мюллер	Швейцария	Красный, желтый, синий (зеленый, оранжевый, фиолетовый)	Цветовой круг. Двойной конус	Гармоничные цвета. 200 цветовых таблиц
53	1968–1969	NCS	Швеция	Красный, желтый, синий, зеленый	Двойной конус	Система естественных цветов. Геринг. Шведский центр цвета
54	1974	Система Coloroid	Венгрия	48 базовых цветов	Модифицированный цилиндр. Психометрические шкалы	Архитектура и дизайн
55	1975	Франс Герритсен	Голландия	Желтый, красный, пурпурный, синий, голубой, зеленый	Модифицированный цилиндр	
56	1976	CIE	CIE	Красный, зеленый, синий, желтый.	Куб. Модифицированная психометрическая диаграмма цветности.	Определение цветовых различий. CIE 1976, CIE L*a*b*, CIE LUV.
57	1978	ACC	Нидерланды	Желтый, синий, зеленый, красный	Цилиндр. Цветовой круг	Колориметрия. 24-х частный цветовой круг
58	1980	HLS	Hue, Luminance, Saturation	Красный, зеленый, синий	Двойной конус	Телевизионные и компьютерные мониторы
59		RGB	Red, Green, Blue	Красный, зеленый, синий	Куб	Телевизионные и компьютерные мониторы
60	1983	Мишель Альберт-Ванель	Италия	Желтый, красный, зеленый, синий	Планетарное пространство	
61	1994	CIE1994	CIE	Красный, зеленый, синий, желтый	Цилиндр	Вычисление цветовых различий. Цилиндрические координаты

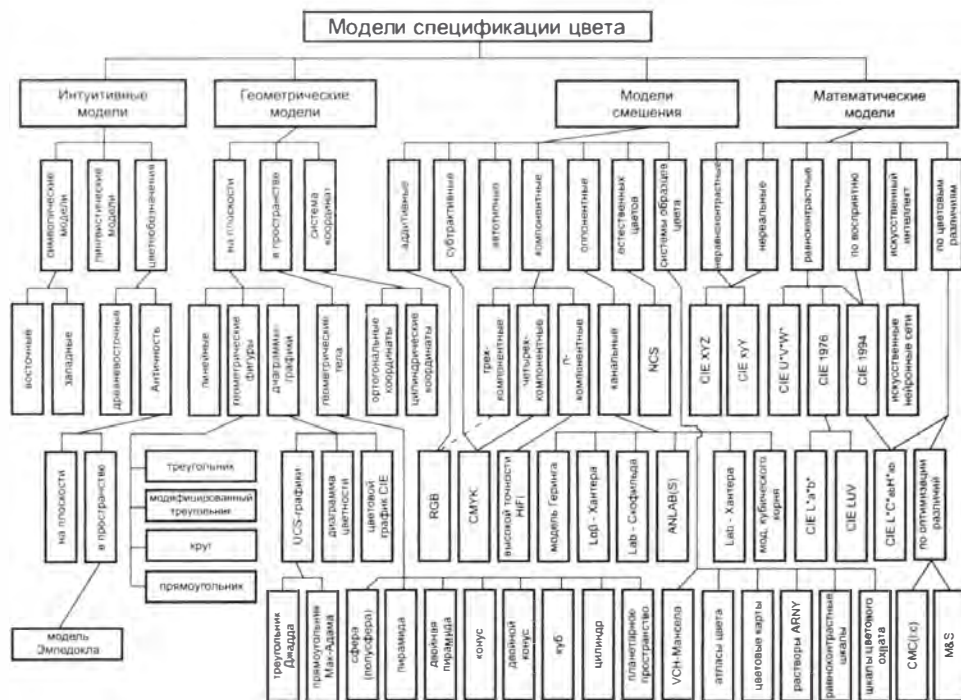


Рис. 4. Классификация моделей спецификации цвета

Данное обстоятельство побудило авторов предпринять попытку упорядочить и классифицировать это многообразие моделей цветового пространства. При составлении классификации было использовано около 80 моделей цветового пространства, которые охватывают период около 2500 лет

непрерывного исследования цвета. Обобщенная блок-схема моделей спецификации цвета показана на рис. 4.

Наиболее характерными и базовыми являются следующие пространственные модели: Эмпедекла, Форсиуса, метод Гёте, Рунге, процессы Геринга, CIE L^{*}a^{*}b^{*}, CIE L^{*}C^{*}H^{*}, модель искусственных нейронных сетей. Модель Эмпедекла — это первая пространственная цветовая модель, и в современной транскрипции с использованием двойной пирамиды она показана на рис. 5.

Модель Форсиуса — это первая сферическая модель цветового пространства. Метод Гёте и его учение о цвете — это первая попытка системного и комплексного подхода к исследованию цвета в системе «цвет — человек». Методике Гёте присущи практически все свойства современной парадигмы. Модель Эвальда Геринга — оппонентная модель динамических процессов (трех процессов), первая попытка представить цвет через восприятие в мозгу у человека.



Рис. 5. Современная транскрипция модели цветового пространства Эмпедекла

Как уже не раз бывало в истории изучения цвета, идеи приходили и уходили, а судьбы людей повторяли историю их идей. Поэтому модель цветового пространства Форсиуса (1611г.) была забыта, а первенство и приоритет в изобретении цветового пространства в форме сферы были отданы О. Рунге (1810г.). Имя И. В. Гёте, создавшего нетрадиционную модель (метод) и системное учение о цвете, больше известно в литературе, как гениального поэта и писателя, чем ученого, посвятившего около 40 лет своей жизни изучению цвета. Хотя все тот же О. Рунге и многие другие исследователи использовали треугольник основных цветов Гёте (красный, синий, желтый) при создании и моделировании пространства цвета.

Спустя более 50 лет другой ученый принял попытку поставить под сомнение ньютоновский метод и подход при изучении цвета. Теорию Эвальда Геринга сторонники механистического научного метода всерьез не воспринимали, а между тем его идеи оппонентности используются практически во всех современных моделях цветового пространства CIE (международная комиссия по освещению). Идеи Э. Геринга — это тот «фундамент», на который опираются модели Хантера, Скофильда, Мак-Адама, Никерсон, Иствуда. Его идеи и понятия вошли в рекомендации по моделям цветового пространства CIE 1976г. Данная модель, известная больше как CIE $L^*a^*b^*$, — это самая востребованная модель цветового пространства на сегодняшний день, эта модель — очередная попытка создать равномерное и/или равноконтрастное цветовое пространство. И хотя этого пока добиться не удалось, данная модель принята в качестве стандарта для практического использования во всех областях, связанных с цветом. Ее используют для межмодельных преобразований (RGB–CIE $L^*a^*b^*$ –CMYK), в стандарте PostScript Level 2, 3, а также для управления информационным потоком в цикле ввод–отображение–вывод при репродуцировании, применяя профильную идеологию.

Однако необходимо отметить, что все попытки, предпринятые для ее модификации

и коррелирования, не позволили разработчикам добиться полной ее равноконтрастности. В конце XX века многие исследователи стали понимать, что решить проблему равномерности и/или равноконтрастности при моделировании пространства цвета в ортогональной (Декартовой) системе координат, по-видимому, не представляется возможным. Поэтому были предприняты попытки перейти к новым системам моделирования и другим более общим переменным, характеризующим понятие «цвет».

По этой причине вспомнили о цветовой системе Манселла (1905г.) и о его независимых психофизических переменных.

Данная система была реализована на физическом уровне в виде набора цветных образцов, которые американский художник и преподаватель художественной школы предложил использовать для выбора гармоничных цветов. Как это ни покажется странным, к данной идее он пришел через музыкальные аналогии и параметры, характеризующие звук: высота тона, интенсивность, длительность. В своей системе Манселл определяет цвет тремя переменными — цветовым тоном (H), насыщенностью (C), светлотой (V), которые фактически считаются переменными, введенными еще Гельмгольцем. Цветовое тело приближенно напоминает форму цилиндра.

Цветовая система Манселла в настоящее время востребована в США, Японии и Англии, где используется в качестве стандарта при обозначении цвета стандартных красок. Технический комитет CIE в 1992 году разработал предварительные рекомендации, которые содержали описание модели, получившей в дальнейшем название CIE-94 или CIE 1994 $\Delta L^* \Delta C^*_{ab} \Delta H^*_{ab}$. Переменные ΔL^* , ΔC^*_{ab} , ΔH^*_{ab} — это цветовые различия по светлоте, насыщенности, цветовому тону, представленные в цилиндрических координатах (разложение по цилиндрическим координатам). Данная модель не предназначена для полной замены широко распространенной приблизительно равноконтрастной модели CIE 1976 (CIE $L^*a^*b^*$ и CIE LUV), а лишь предлагает новую формулу для расчета цветовых разли-

чий ДЕ*₉₄. Оптимизацией цветовых различий занимался не только комитет CIE, но и целый ряд частных фирм. Ввиду закрытости разработок (по коммерческим обстоятельствам) известно лишь то, что это оптимизированные формулы расчета цветовых различий, например CMC (l:c) и M&S.

Успехи в нейрофизиологии и нейробиологии провоцируют исследователей обращаться к нетрадиционным методам, которые основаны на свойствах современной парадигмы и достижениях цифровых и компьютерных технологий. Эти методы объединены общим названием — искусственный интеллект (ИИ). Программы ИИ используют теорию искусственных нейронных сетей, в основе которой лежат алгоритмы работы человеческого мозга.

Однако самой простой систематикой было расположение цветов в том порядке, в каком они находятся в радуге, и выделение в этом порядке определенной последовательности. Такая попытка и была сделана И. Ньютоном после того, как он получил спектр путем разложения белого цвета. Эти цвета Ньютон разделял на однородные, первичные или простые, которые вызываются лучами одинаковой преломляемости, и неоднородные или производные, ощущение которых вызывается лучами различной преломляемости.

Природный спектр (радуга) послужил также основой для систематики цветов в виде круга и треугольника. Следующая ступень развития модельного ряда описания цвета возникла, когда дугу радуги свернули в круг и позже круг преобразовали в треугольник. Таким образом, первая модель цвета взята у природы один к одному. Поэтому можно считать, что расположение цветов в линию было смоделировано, как у радуги. Следовательно, ранжирование и последовательное представление цветов в линию, как у радуги, по праву можно считать первой моделью цвета, взятой у природы.

Идея графического выражения системы цветов в виде замкнутой фигуры была подсказана тем, что концы спектра имеют тенденцию замкнуться — синий конец че-

рез фиолетовый переходит в пурпурный, а красный также приближается к пурпурному цвету. В принципе расположение цветов в треугольнике ничем не отличается от расположения их по кругу, так как треугольник вписывается в круг. В вершинах треугольника располагаются так называемые основные или «первичные», чистые цвета: красный, синий, желтый (зеленый). Смешивая их попарно, можно получить «вторичные» или смешанные цвета: оранжевый, зеленый, фиолетовый. Смешение можно продолжать и далее и получить, таким образом, цветовой круг. Если в треугольнике провести биссектрисы, а в круге диаметры, то на их противоположных концах будут лежать взаимодействующие цвета.

Цветовой круг или треугольник обладают еще одним свойством: оптическое смешение трех основных цветов излучений дает в итоге белый, а при смешении соответствующих красок на палитре — черный или темно-серый цвет. Таким образом, три основных цвета при смешении образуют ахроматический цвет.

Поскольку каждые два цвета из основных могут быть представлены в смеси, как, например, желтый и красный — в оранжевом, то белый, то есть ахроматический цвет, можно получить смешиванием двух цветов, находящихся на противоположных концах диаметра цветового круга. Расположение цветов в виде круга очень удобно и наглядно, оно широко применяется для объяснения многих закономерностей теории цвета.

В сущности, к системе цветов в виде круга, возможно, неожиданно для самого себя пришел и Гёте. Рассматривая свет через призму, он заметил цветовые полосы на границе черного и белого. Это дало ему основание сделать вывод о том, что желтый и синий соответствуют светлому и темному и являются первичными, так как возникли из противоположностей. Красный цвет он рассматривал как усиление желтого, фиолетовый — синего, а зеленый — как результат смешения. Пурпурный цвет, по его мнению, возникает путем дальнейшего усиления красного и фиолетового. В итоге у Гёте так-

же несколько своеобразным путем возникает цветовой круг, в принципе не отличающийся от «круга» Ньютона.

Таким образом, представления о тоне и об окраске (цвете) могут быть геометрически выражены на треугольнике Юнга. Чтобы понять, что означает оттенок, мы должны только предположить, что освещенность всего треугольника увеличивается или уменьшается, так что с помощью такого регулирования освещенности треугольник Юнга можно приспособить для представления любого изменения цвета. Если мы теперь выберем какие-либо два цвета в треугольнике и смешаем их в любой пропорции, то результирующий цвет обнаружим на линии, соединяющей компоненты в точке, соответствующей их центру тяжести.

Ничего не говоря ни о природе этих трех первичных ощущений, ни о том, каким цветам они более всего соответствуют, можно заранее взять любые три цвета в качестве вершин треугольника, определить положение любого другого наблюдаемого цвета относительно этих цветов и, таким образом, получить некую диаграмму цветов.

Все видимые нами цвета, возбуждаемые различными лучами призматического спектра, имеют величайшее научное значение. Весь свет состоит из одного сорта этих лучей либо из их комбинаций. Цвета всех природных тел составлены из цветов спектра. Следовательно, если мы можем построить диаграмму цветности спектра, дающую связи между цветами в различных составах, то цвета всех естественных тел определим



Рис. 6. Цветовой круг Манселла

по диаграмме в некоторых границах, устанавливаемых положением цветов в спектре.

Цветовая система Манселла

Цветовая система Манселла, используемая в США, является наиболее известной значительной системой образцов цвета. Обозначения в системе Манселла включены в стандарты Американского института государственных стандартов и Американского общества испытания материалов. Японские стандарты цвета основаны на обозначении в системе Манселла, а Британский институт стандартов использует ее для обозначения цветов стандартных красок.

К цветовой системе Манселла относятся два набора окрашенных образцов цвета: набор с матовой поверхностью (около 1325 образцов цвета) и набор с блестящей глян-

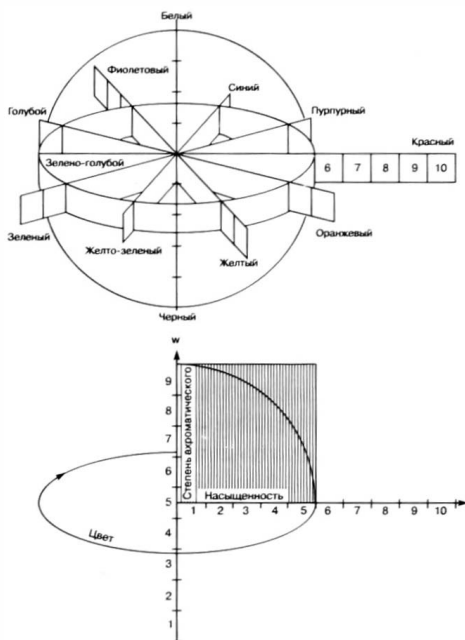


Рис. 7. Характеристики цвета на геометрической модели цветного тела Манселла. Учитывая, что оптимально насыщенные цвета спектра обладают различной светлотой, Манселл располагает их на разных «широтах», а не «по экватору», где благодаря этому оказываются цвета равной насыщенности и светлоты.

цевой поверхностью (около 1600 образцов). Время от времени число образцов в обоих наборах увеличивается по мере выпуска более насыщенных и достаточно стойких пигментов. Стандартные образцы цвета в виде небольших квадратных накрасок объединены в «Атласе цветов Манселла». Образцы также можно получить в виде нескрепленных листов накрасок. Для целей обучения цвету пригодны дешевые наборы с небольшим числом цветов худшего качества по сравнению со стандартными цветами.

В этой системе цвета поверхностей определяются тремя характеристиками: *цветовым тоном по Манселлу, насыщенностью по Манселлу и светлотой по Манселлу*. Они позволяют количественно обозначить цвет поверхностей, рассматриваемых при определенных условиях наблюдения: обычный дневной свет (излучение С по МКО), освещение под углом 45° и наблюдения по прямой линии зрения, перпендикулярной к поверхности. Когда цвет образца определяется путем сравнения его с образцами цвета Манселла, обычно используется нейтральный серый фон.

Светлота по Манселлу обозначается по шкале в пределах 0–10. Она указывает на светлоту воспринимаемого цвета и рассчитывается по коэффициенту отражения света (коэффициенту яркости), измеренному для образца.

Насыщенность по Манселлу часто рассматривают в качестве приблизительно-го аналога воспринимаемой чистоты цвета. Насыщенность образца цвета по Манселлу определяется как отличие от серого цвета той же светлоты. Шкала насыщенности располагается вдоль радиуса цветового тона; насыщенность в центре (нейтральный серый) равна нулю и равномерно увеличивается при удалении от него до максимальной насыщенности на границе Мак-Адама, определенной для каждого цветового тона и светлоты.

Образцы цвета Манселла приводятся при насыщенности 1, 2, 4, 6, 8 и т.д. до максимально допустимой, доступной для каждого из 40 цветовых тонов при использовании пигментов с приемлемой стойкостью. Равномерные ступени насыщенности в пределах 2–4, 4–6,

6–8 и т.д. предполагают представление равных с точки зрения восприятия интервалов.

Обозначения Манселла легко записываются, например: желтый образец, характеризующийся цветовым тоном 7,5Y, светлотой 7 и насыщенностью 8. В обозначениях Манселла насыщенность записывается как /8, а цвет обозначается 7,5Y 7/8. Нейтральные серые цвета вместо обозначения цветового тона описываются буквой N. Так как они имеют нулевую насыщенность, то она не указывается. Таким образом, нейтральный серый со светлотой 6 обозначается как N 6/.

Издание «Атласа цветов Манселла» 1929 г. в течение многих лет являлось авторитетным источником обозначений Манселла. Обозначения, сделанные с его помощью, были названы *обозначениями по атласу Манселла*. В 1943 г. был опубликован доклад о результатах работы, проведенной Комитетом Американского оптического общества по улучшению расположения образцов в пространстве и распространению обозначений Манселла до границ Мак-Адама, названных по имени другого ученого.

Система Международной осветительной комиссии CIE (МОК)

Для многих отраслей производства, в том числе для полиграфии и компьютерных технологий, необходимы более объективные методы описания и обработки цвета.

В 1931 г. международная комиссия по стандартизации, известная как Международная осветительная комиссия (Commission Internationale de l'Eclairage), сокращенно называемая CIE (МОК), предложила систему колориметрии (наука об измерении цвета), которая и применяется с тех пор с небольшими изменениями до наших дней. Эта система имеет ряд преимуществ. Наиболее важное состоит в том, что в цветовых уравнениях отсутствуют отрицательные члены, что значительно уменьшает число ошибок при записи уравнений. Избавиться от отрицательных членов уравнения можно лишь подбором гипотетических, нереальных базовых цветов. Все измерения прово-

дят на реальных базовых цветах, а затем результаты измерения с помощью вычислений преобразуют в соответствующие коэффициенты для гипотетических цветов.

Суть систем CIE следующая: выбрав в качестве трех базовых три цвета спектра и соединив их прямыми линиями, получим треугольник. Из-за кривизны линий, на которых лежат спектральные цвета, некоторые цвета всегда будут выпадать из этого треугольника и в соответствующих цветовых уравнениях обозначаться отрицательными величинами. По этой причине CIE выбрала в качестве базовых некоторые гипотетические цвета и расположила их по осям X, Y и Z таким образом, чтобы вся область между боковыми сторонами и «пурпурной» прямой лежала внутри треугольника XYZ. Измерения проводят на реальных базовых цветах, а затем путем несложных преобразований их пересчитывают. Еще одно преимущество такой системы состоит в том, что измерения можно проводить с использованием любых базовых цветов, но если затем преобразовать их в систему стандартных цветов, то измерения, проведенные в различных лабораториях, можно сопоставлять друг с другом. Выбор основных цветов системы CIE XYZ приводит к получению стандартной диаграммы цветности CIE.

Модели математического описания цвета

Для описания цвета могут быть использованы различные модели, краткая классификация которых показана на рис. 4.

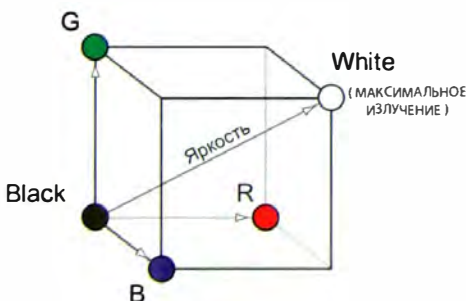


Рис. 8. Модель аддитивного цветового пространства RGB.

Наиболее часто на практике используют четыре модели цветового пространства: RGB, CMYK, HSV (HSL, HSB, HSI) и CIE L*a*b*.

Модель RGB

Множество цветов становятся видимыми оттого, что светятся (генерируются источниками излучения). Здесь уместно вспомнить гипотезу Германа фон Гельмгольца о том, что «все различия в цветовых тонах зависят от комбинации в различных пропорциях трех основных цветов». К излучаемым цветам можно отнести, например, белый свет, цвета на экране телевизора, монитора, кино — и слайд проектора. Цветов много, но из них выделены только три, которые считаются первичными (базовыми), — это красный, зеленый, синий. При смешении двух базовых цветов, а также при смешении двух базовых с добавлением третьего базового цвета результат осветляется. При смешении красного и зеленого получается желтый цвет, зеленого и синего — голубой. Синий и красный дают пурпурный. Если смешиваются одинаковые по количеству излучения всех трех цветов, то в результате получается белый свет. Поэтому такие цвета называются аддитивными.

Любые знания легче всего формализовать в виде модели. Модель, в основе которой лежат указанные цвета излучения, и есть модель RGB (рис. 8 и 9) по первым буквам английских слов Red (Красный), Green (Зеленый), Blue (Синий). Эта модель представляется в виде трехмерной системы координат. Каждая координата



Рис. 9. Аддитивный синтез цвета.

ната отражает вклад каждой составляющей в результирующий цвет в диапазоне от нуля до максимального значения. В результате получается куб, внутри которого и «находятся» все цвета, образуя цветовое пространство RGB.

Выделим особые точки и линии этой модели. *Начало координат*: в этой точке все составляющие равны нулю, излучение отсутствует или ниже чувствительности глаза для данных условий, а это равносильно темноте, то есть, это *точка черного цвета* (рис. 8).

Днем на небе звезды не видны, но стоит опуститься в колодец, и мы их увидим и днем.

И вторая точка, где все составляющие имеют максимальное значение; как уже было сказано, это *точка белого света*. На линии, соединяющей эти точки (по диагонали), располагаются серые оттенки: от черного цвета до белого. Это происходит потому, что все три составляющие одинаковы и располагаются в диапазоне от нуля до максимального значения. Такой диапазон иначе называют диапазоном серой шкалы. В компьютерных технологиях сейчас чаще всего используются 256 (2^8) градаций (оттенков) серого. Хотя некоторые сканеры имеют возможность распознавать и кодировать 1024 (2^{10}) и 65536 (2^{16}) оттенков серого.

Три вершины куба дают чистые базовые цветовые излучения, остальные три отражают двойные смешения первичных излучений. Именно в этой модели кодирует изображение сканер и отображает цветное изображение экран монитора или цифровая камера.

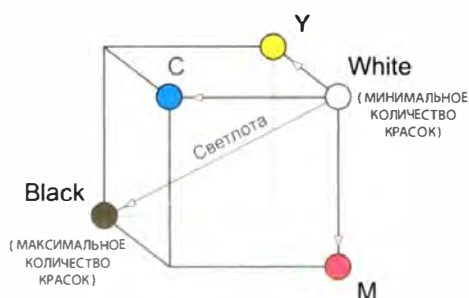


Рис. 10. Идеализированная модель субтрактивного цветового пространства CMYK.

Модель CMYK

К отражаемым цветам относятся цвета, которые сами не излучают, а используют белый свет освещения (несущий свет), вычитая из него определенные цвета. Такие цвета называются субтрактивными («вычитательными»), поскольку они остаются после вычитания первичных аддитивных. Понятно, что в таком случае и первичных (базовых) субтрактивных цветов будет три: голубой, пурпурный, желтый. Эти цвета составляют так называемую полиграфическую триаду. При печати с использованием печатных красок этих цветов они поглощают красную, зеленую и синюю зоны спектра белого света. Таким образом, большая часть видимого цветового спектра может быть воспроизведена на оттиске.

При смешении двух субтрактивных прозрачных красок результирующий цвет затемняется, а при смешении всех трех должен получиться черный цвет (см. рис. 11). При полном отсутствии печатной краски на данном участке бумаги виден цвет белой бумаги (цвет запечатываемого материала). В итоге получается, что нулевые значения составляющих дают белый цвет, максимальные значения должны давать черный, их равные значения — оттенки серого, кроме того, имеются чистые субтрактивные цвета и их двойные сочетания. Это означает, что модель, в которой они описываются, похожа на модель RGB. Геометрический образ это тот же «куб» (см. рис. 10), в котором переместилось начало координат. В первом приближении и для более



Рис. 11. Субтрактивный синтез цвета.

легкого запоминания по аналогии с моделью RGB это так.

Проблема заключается в чистоте цвета реальных красок. Данная модель описывает реальные полиграфические краски, которые далеко не так идеальны, как цветные излучения. Они имеют примеси, поэтому не могут полностью перекрыть весь видимый цветовой диапазон спектра, а это приводит к тому, что смешение трех базовых печатных красок, которое должно давать черный цвет, дает темно-коричневый, чем истинно черный цвет. Для компенсации этого недостатка в число базовых триадных полиграфических красок была введена черная краска. Именно она добавила последнюю букву в название модели CMYK, хотя и не совсем обычно: C — Cyan; M — Magenta; Y — Yellow и K — Key color (по одной версии) или black (по другой версии).

Как же связаны между собой модели RGB и CMYK?

Если выбрать для моделирования геометрический образ в виде куба и показать на нем основные цвета моделей RGB и CMYK, то мы получим следующую идеализированную модель. На рис. 12 показан образ-модель, который в первом приближении почти идеально характеризует основные связи между цветами моделей RGB и CMYK.

Таким образом, цветовые модели RGB и CMYK являются дополнительными друг к другу, по крайней мере, в первом приближении, теоретически. Смесь равных количеств голубого, пурпурного и желтого цветов красок должна давать нейтральные серые тона; при максимальном и одинаковом количестве основных красок в одном участке изображения должен получаться на этом участке изображения черный цвет (дополнительный к белому в цветовой модели RGB).

Однако смесь максимально интенсивных основных цветов CMY дает не черный цвет, а грязно-коричневый, и связано это с наличием примесей растворителя и связующего в красящих пигментах и печатных красках.

Голубая краска обычно имеет избыток синего, а пурпурная и желтая — избыток

красного цвета. В результате серое полутоновое изображение, непосредственно преобразованное из RGB в CMY, после печати на оттиске приобретает красный или пурпурный оттенок.

Для решения этой проблемы при синтезе серого (черного) цвета на оттиске к трем цветным краскам триады добавляют четвертый черный цвет.

Черный цвет является *ключевым цветом* (K), который добавляют к голубому, пурпурному и желтому для получения более четких, глубоких черных тонов и оттенков. Отсюда и буква «K» в аббревиатуре CMYK от английского слова «Key» — ключ.

Конечно, добавление четвертого черного цвета искажает уравнения преобразования RGB в CMYK, усложняя процесс достижения цветового соответствия между RGB и CMYK.

В любом случае, на какие бы ухищрения и уточнения мы ни шли, как бы ни старались, и как бы этого страстно ни желали, но простого взаимно однозначного соответствия между этими цветовыми пространствами не существует.

Многие приятные для глаза цвета, которые видны на мониторе или зафиксированы цифровой камерой, не могут быть воспроизведены красками на оттиске.

Поэтому в ходе преобразования также производится автоматическая коррективная, позволяющая учесть то обстоятельство, что (опять-таки из-за примесей в красках) для получения нейтрального серого цвета голубая краска должна наноситься на

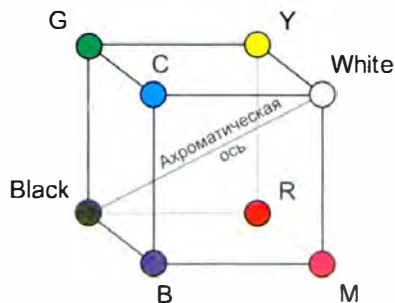


Рис. 12. Идеализированная геометрическая связь моделей RGB, CMYK

оттиск в большем количестве, чем пурпурная и желтая. Это и есть знаменитый параметр «баланс по серому» в полиграфических технологиях.

Поэтому при преобразовании цифрового изображения из модели RGB в CMYK отмечается сдвиг цвета к голубому. Точное значение сдвига зависит от используемых при печатании триад красок и типа бумаги, а также от технологии печати (листовая, рулонная, «по сухому» или «по сырому», если речь идет о печати на однокрасочной или многокрасочной машинах).

Наконец, последняя проблема, которую следует учитывать при преобразовании реального цвета из модели RGB в модель CMYK. Эта проблема связана с тем, что цветовое пространство является зависимым от устройства, в котором оно воспроизведено и в котором синтезируется цвет.

Как каждый монитор и сканер воспроизводит цвет RGB немного по-другому, так и каждый тип цветного принтера, тип станка для печати пробных оттисков, а также и тип печатной машины, печатающей тираж издания, воспроизводят цвет, немного отличающийся друг от друга в модели CMYK. Подобная аппаратная зависимость для ус-

тройств, работающих на основе моделей RGB и CMYK, отчасти объясняет, почему калибровка и управление цветом столь важны для профессионалов в области полиграфических технологий, работающих с цветными изображениями.

Как мы уже показали, модели RGB и CMYK связаны друг с другом. Однако, их взаимные переходы (конвертирование) не происходят без потерь, так как цветовой охват у них разный (рис. 13).

Снижение этих потерь требует выполнения сложных калибровок всех аппаратных средств издательских компьютерных систем перед работой с цветными изображениями. Калибровать необходимо сканеры и цифровые камеры (они осуществляют ввод изображения), мониторы (по ним судят о цвете и корректируют его) и выводное устройство (оно создает фотоформы или печатные формы при подготовке издания к печати). Так же необходима наладка (калибровка) полиграфического оборудования для процесса печатания — рамы экспонирования, процессора обработки формных пластин и самой печатной машины, выполняющей печатание.

Модель HSB (HSL, HSI, HSV)

На цветовом круге базовые цвета моделей RGB и CMYK находятся в следующей зависимости: каждый цвет расположен напротив дополняющего его цвета; при этом он находится между цветами, с помощью которых он получен. Например, сложение зеленого и красного цветов дает желтый цвет. Чтобы усилить какой-либо цвет, нужно ослабить дополняющий его цвет (расположенный напротив него на цветовом круге). Например, чтобы изменить общее цветовое решение в сторону голубых тонов, следует снизить в нем содержание красного цвета.

По краю этого цветового круга располагаются так называемые спектральные цвета или цветовые тона (Hue), которые определяются длиной световой волны, отраженной от непрозрачного объекта или прошедшей через прозрачный объект.

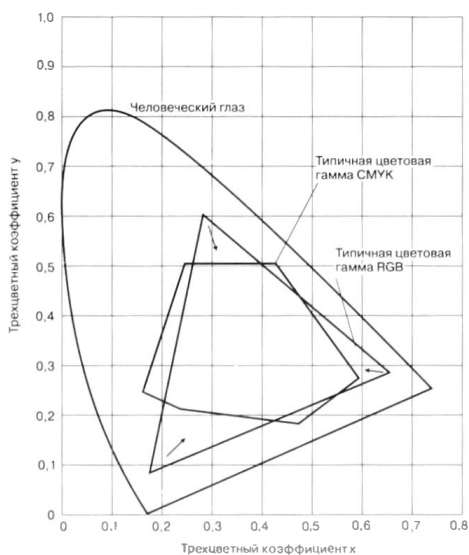


Рис. 13 Цветовые охваты RGB и CMYK на графике цветности.

Насыщенность (Saturation) — это параметр цвета, определяющий его чистоту. Если по краю цветового круга располагаются максимально насыщенные цвета (100%), то остается только уменьшать их насыщенность до минимума (0%). Уменьшение насыщенности цвета означает его разбеливание (для излучений). Цвет с уменьшением насыщенности становится пастельным, блеклым, размытым. В модели все одинаково насыщенные цвета располагаются на концентрических окружностях, то есть можно говорить об одинаковой насыщенности, например, зеленого и пурпурного цветов, и чем ближе к центру круга, тем все более разбеленными получаются цвета. В самом центре любой цвет максимально разбеливается, проще говоря, становится белым цветом или очень к нему близким. Работу с насыщенностью можно характеризовать как добавление в спектральный цвет определенного процента белого света. И чем больше процент белого света, тем больше разбеливается цвет и тем ниже его насыщенность, но отсутствие белого затемняет цвет и делает его зачерненным, тоже снижая его насыщенность.

Яркость (Brightness, Intensity, Luminance) — это объективный (измеряемый) параметр излучаемого цвета, определяющий освещенность или затемненность цвета. Его субъективный аналог — это светлота. Все цвета рассмотренного выше цветового круга имеют максимальную яркость (100%), и ярче уже быть не могут. Как и в случае с насыщенностью, остается только уменьшать яркость до минимума (0%), чтобы получить черный цвет. Уменьшение яркости цвета означает зачернение этого цвета. Чтобы отобразить это на модели необходимо координату направить вниз. В результате получается цилиндр (или конус, а также шар, в зависимости от критерия отсекаания серого цвета), который образуется из серии кругов с уменьшающейся яркостью, нижний слой — черный, верхний — белый.

Работу с яркостью (на оттиске — светлота) можно характеризовать как добавление в спектральный цвет определенного процента черной краски. В общем случае

любой цвет получается из спектрального цвета добавлением определенного процента белой и черной красок, то есть фактически серой краски.

Эта модель уже гораздо ближе к традиционному пониманию работы с цветом. Можно определять сначала цветовой тон, а затем насыщенность и яркость (светлоту). Такая модель получила название по первым буквам приведенных выше английских слов — HSB (HSI, HSL или HSV). Буква V появилась от английского слова Value (значение, величина, поглощение). Все четыре обозначения — это разные обозначения в литературе одной и той же модели цвета.

Модель HSB неплохо согласуется с восприятием человека: цветовой тон является эквивалентом длины волны света, насыщенность — интенсивности волны, ее амплитуды, а яркость — количества света. Недостатком этой модели является необходимость преобразовывать ее в модель RGB для отображения на экране монитора или в модель CMYK для получения полиграфического оттиска.

Модель CIE L*a*b*

Есть еще одна цветовая модель описания цвета, которая называется Lab. Она была создана Международной комиссией по освещению (CIE) с целью преодоления существующих недостатков вышеизложенных моделей. Она призвана стать аппаратно независимой моделью и определять цвета без учета индивидуальных особенностей (профиля) устройства (монитора, принтера, печатной машины и пр.). В этой модели любой цвет оп-



Рис. 14. Цветовая модель CIE Lab

ределяется светлотой (Luminance) и двумя хроматическими компонентами: параметром «а*», который изменяется в диапазоне от зеленого до красного, и параметром «b*», изменяющимся в диапазоне от синего до желтого. Геометрический образ модели CIE L*a*b*, как и предыдущая модель HSB — шар (рис. 14).

Эта модель не идеальна и не лишена недостатков, как и модели RGB или CMYK, но эту модель нужно тоже принять и освоить, поскольку программа Adobe Photoshop использует ее в качестве модели-посредника при любом конвертировании из модели в модель. Вместе с тем модель CIE Lab принята фирмой Adobe для языка PostScript Level 2 и PostScript Level 3, а также используется как базовая модель для увязки и согласования профилей устройств ввода-отображения-вывода при использовании универсального пространства PCS (Profile Connection Space) в рабочем потоке цикла «оригинал – оттиск».

Системы смесевых полиграфических красок

Производственная необходимость

Широкое развитие компьютерных способов подготовки иллюстраций и текста издания к печати открыло перед художниками и дизайнерами еще одну проблему — несоответствие цветов, воспроизводимых на мониторе, и их воплощения на бумаге в процессе печати. Специальные системы сквозного контроля цвета, калибровки дисплеев и т.д. решают эту проблему только для некоторых, сравнительно простых случаев. Чаще всего надежный и единственный способ добиться точного воспроизведения цветных элементов — это выбрать образец требуемого цвета, напечатанный заранее, и использовать при подготовке при печати ссылку на этот образец.

Развитие компьютерной технологии усилило потребность в едином языке описания цвета. Данный язык цвета существует и известен более тридцати лет. Это системы смешения красок.

Группа систем смешения красок включает в себя системы, разработанные для ре-

шения конкретных задач по идентификации цвета в различных отраслях промышленности. К ним можно отнести цветные одномерные шкалы, используемые в химических анализах. К этим системам относятся и каталоги цветов лакокрасочных покрытий, а также наиболее интересные полиграфистов системы смешения полиграфических красок: «Hartmann», «PANTONE», «Радуга».

Суть систем цвета заключается в многообразии цветов, получающихся при различном смешении основных цветовых компонент каждой системы. Цветовой охват систем определяется теми конкретными цветами, которые получаются при их смешении. Они и составляют в совокупности данную систему.

Количество образцов цвета, выбираемое для представления цветового пространства системы, находится в прямой зависимости от ее практического назначения. Так, системы классификации цвета, используемые в качестве метрологической базы в цветовых измерениях, содержат от 680 образцов («Руководство по цветовой гармонии» Оствальда) до 1450 образцов («Атлас цветов Манселла»).

Образцы цвета этих систем сгруппированы равноступенно по трем основным показателям восприятия цвета: *цветовой тон, насыщенность, светлота*.

Основное назначение отраслевых систем смешения цвета заключается в специфичности задач, для решения которых они и разрабатываются. Отраслевые системы смешения красок предназначены для нормирования и контроля цветной продукции, выпускаемой отраслью, а также для воспроизведения цвета, задаваемого потребителем, по образцам системы смешения с использованием рецептуры количественного смешения входящих в состав красок и прилагаемой к каждому образцу.

Система смесевых красок «PANTONE»

Система смешения полиграфических красок «PANTONE» основана на использовании 8 основных цветовых компонент. Смешением не более чем двух основных цве-

товых компонент, не обязательно соседних по цветовому тону, получен основной цветовой круг высоконасыщенных цветов, содержащий 44 образца базовых цветов.

Базовые цвета, полученные из цветовых компонент, далеко отстоят друг от друга по цветовому тону, обладают меньшей насыщенностью по сравнению с насыщенностью других базовых цветов основного цветового круга. Каждый базовый цвет основного цветового круга развернут в семипольный тоновый ряд. Как и в тоновых рядах системы смешения «Hartmann», образцы располагаются от светлого тона до темного и получают добавлением к базовому цвету либо белой компоненты цвета (3 образца), либо черной (3 образца) компоненты. Для увеличения практической значимости система смешения красок «PANTONE» включает 22 тоновых ряда образцов цвета (2 образца с черной и 4 образца с белой компонентой). Их насыщенность занимает промежуточное положение между высоконасыщенными и ахроматичес-

кими цветами системы. Необходимо отметить, что 22 базовых цвета, среди которых есть образцы, полученные смешением трех основных компонент, неравномерно заполняют внутреннее пространство системы смешения красок как по цветовому тону, так и по насыщенности.

Система смешения «PANTONE» содержит еще 4 тоновых ряда, так называемых «околосерых» цветов. Базовые цвета этих рядов получены при смешении черной компоненты цвета с малым количеством цветной компоненты (рубинового красного, зеленого). Остальные шесть образцов цвета этих рядов получены при добавлении белой компоненты.

Таким образом, можно считать, что система смешения «PANTONE», несмотря на довольно полное количественное представление цветового пространства образцами цвета (497 образцов, включая и семь образцов ахроматического ряда), является набором отобранных образцов цвета, наиболее часто встречающихся в практической работе.

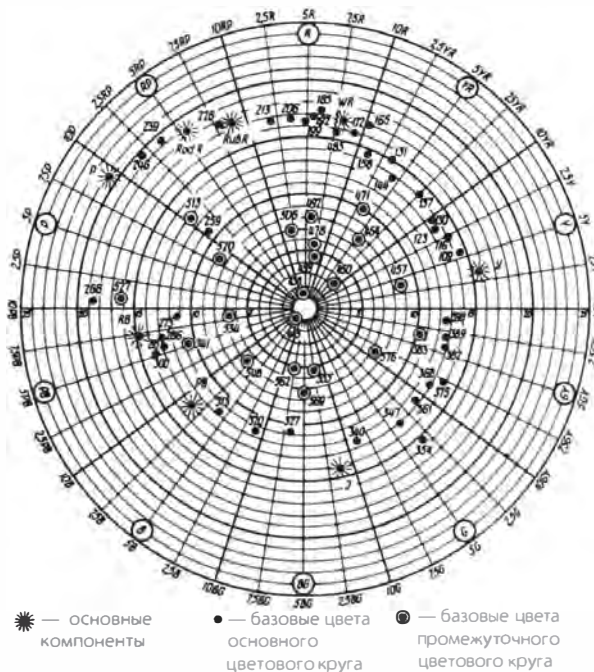


Рис. 14.1. Расположение базовых цветов системы смешения «PANTONE» на полярном графике цветового тона и насыщенности Манселла

Нумерация образцов цвета каждой из рассмотренных систем смешения полиграфических красок отражает принципы построения системы и учитывает принятые в стране обозначения некоторых общепотребительных красок. Все образцы цвета каждой из систем смешения отпечатаны на двух видах бумаги: мелованной и натуральной (рис. 14.1).

Система смешения печатных красок «PANTONE» постоянно совершенствуется и расширяется. На сегодняшний день это самая развитая и самая используемая на практике система. Она стала всемирным эталоном системы цвета. Большинство заводов по производству печатных красок для полиграфии сертифицированы по системе «PANTONE».

Система смесевых красок «РАДУГА»

Использование в отечественной системе смешения красок «Радуга» равноконтрастного цветового пространства Манселла предостав-

ляет возможность определять цвет (точнее рецептуру его получения) в любой заранее заданной точке цветового пространства.

В число основных компонент отечественной системы смешения красок включены три цвета, соответствующие первичным краскам триадного полиграфического синтеза (голубой, пурпурный, желтый). К ним добавлены три цвета, соответствующие бинарным цветам (цветам, полученным при наложении в процессе печатания двух печатных красок) триадного синтеза (зеленый, красный, синий). Для расширения цветового охвата системы смешения красок в число основных цветовых компонент системы смешения красок включены дополнительные цвета: оранжевый и красно-пурпурный, занимающий промежуточное положение между пурпурным цветом и синим.

Предельно достижимая насыщенность базовых цветов основного цветового круга получена за счет попарного смешения

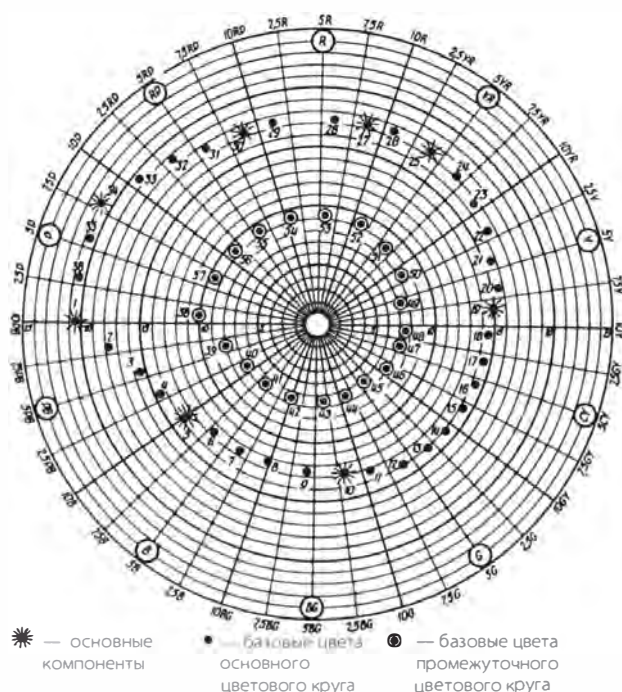


Рис. 14.2. Расположение базовых цветов системы смешения «Радуга» на полярном графике цветового тона и насыщенности Манселла

соседних по цветовому тону основных цветковых компонент. Смешение цветковых компонент, спектральные характеристики, отражения которых имеют близкие по зонам спектра области максимального отражения, позволяет получить в результате цвет, спектральная характеристика отражения которого будет иметь зоны такого же высокого отражения, что и спектральные характеристики смешиваемых компонент.

Основной цветовой круг системы смешения «Радуга» содержит 36 высоконасыщенных образцов цвета, равномерно распределенных по цветовому тону в равноконтрастном цветовом пространстве.

Уменьшение насыщенности цвета достигнуто добавлением серой краски, светлота которой близка к светлоте соответствующего базового цвета основного цветового круга системы смешения.

Коэффициент уменьшения насыщенности образцов цвета промежуточного цветового круга, по сравнению с образцами цвета основного цветового круга, равен двум. Тоновые ряды системы смешения содержат по семь образцов, сгруппированных в равноступенные по светлоте ряды.

Вариации по светлоте в пределах тоновых рядов создаются за счет добавления либо белой, либо черной компоненты к базовым цветам системы смешения. Число разбеленных и зачерненных образцов для каждого тонового ряда определяется светлотой соответствующего базового цвета.

Таким образом, 392 образца цвета системы смешения «Радуга» равномерно представляют цветовое пространство в пределах цветового тела системы смешения и воспроизводят две поверхности. Одна из них, состоящая из высоконасыщенных образцов цвета, очерчивает границы цветового тела системы смешения, и, соответственно, определяет цветовой охват системы смешения, вторая — является промежуточной поверхностью, представляющей внутреннюю оболочку цветового тела системы смешения.

Построение цветового тела системы смешения завершено построением ахроматической, или нейтральной, шкалы, которая

воспроизводит ахроматическую ось цветового тела системы смешения красок.

Нейтральная шкала представляет собой равносветлотный семипольный ряд нейтральных по цвету образцов, полученных смешением двух ахроматических компонент системы, белой и черной.

Кроме того, для удобства практического использования системы смешения добавлены еще пять семипольных равносветлотных тоновых рядов, насыщенность которых незначительно отличается от насыщенности образцов нейтральной шкалы. Построение этих рядов аналогично построению нейтральной шкалы, т.е. за базовый цвет взят образец, по светлоте близкий к светлоте черного цвета.

Цвета «околосерых» рядов отличаются от черного образца нейтральной шкалы тем, что к черному добавлено небольшое количество (до 25 %) одной из пяти основных цветных компонент: фиолетовой, голубой, зеленой, оранжевой, красной. Таким образом, система смешения содержит еще 35 образцов цвета «околосерых» тоновых рядов.

Высоконасыщенные образцы цвета системы смешения (36 тоновых рядов основного цветового круга) и нейтральная шкала воспроизведены полиграфическим способом на двух видах бумаги (мелованной и натуральной) в «Атласе цветов восьмицветной системы смешения «Радуга».

Образцы цвета, содержащиеся в промежуточной поверхности цветового тела системы смешения красок, и пять «околосерых» рядов воспроизведены полиграфическим способом на двух видах бумаги (мелованной и натуральной) в «Каталоге малонасыщенных цветов».

Образцы цвета в атласе и каталоге цветов сгруппированы по тоновым рядам. Каждый образец цвета снабжен рецептурой смешения, позволяющей воспроизвести цвет образца на оттиске с помощью соответствующей смеси краски.

Согласование цвета при репродукции цветных оригиналов

Решению проблемы согласования цвета между заказчиками, издателями, дизайне-

рами и полиграфистами способствуют цветные справочники, которые изготовлены в соответствии с различными системами смешанных полиграфических красок. Как уже было сказано, эти системы воспроизводят по-разному, на разных базах печатных красок и разное количество образцов цвета. Следовательно, цветные справочники содержат разное количество красок. Например, популярный для четырехкрасочной офсетной печати веер Pantone® Process содержит 3000 образцов цвета. Новый справочник по краскам The Color Bible норвежской фирмы I-D-GRAPHICS International, оформленный в виде книги в жестком переплете, содержит 194481 образец цвета с указанием количеств (процентов) голубой (C), пурпурной (M), желтой (Y) и черной (K) красок. Каждая краска представлена ступенями по 5%.

Все справочники по цвету являются незаменимыми критериями при согласовании и оценке цветов различных оформительских элементов, логотипов, плашек и дополнительных цветов к триадной печати. Они позволяют реально экономить время и средства, особенно тогда, когда в издании сочетаются цветные тоновые иллюстрации и оформительская графика.

Система подбора цвета

Мы уже убедились, что за прошедшие годы было разработано много способов описания, определения характеристик и классификации цветов. Системы подбора цвета являются сегодня наиболее приемлемым и универсальным способом для печатников, художников-оформителей и покупателей печатной продукции осуществлять подбор цвета. Цвета примерно девяноста процентов изготавливаемых на заказ красок можно найти в руководстве по составлению рецептур смешанных красок для получения определенного цвета на запечатываемой поверхности.

При подборе цвета следует обратить особое внимание на следующее:

- все цвета в любой системе основаны на простых смесях одного или не-

скольких из основных цветов красок плюс черный или белый;

- многие цвета являются чистыми основными цветами или простой смесью двух смежных цветов; такое сочетание смежных цветов называется средним цветом и показывает максимальную насыщенность и чистоту, которые доступны для данного цвета;
- разные оттенки цветов получают путем добавления последовательно 3 частей белого к среднему цвету или 3 частей черного;
- отдельные цвета могут быть получены добавлением или черного, или белого к среднему цвету. Этот факт особенно полезен при изготовлении светлых оттенков, которые могут быть быстрее получены добавлением белого к среднему цвету, чем добавлением крохотных количеств к каждому цвету.

Несоответствие цвета

Цвета, изображенные в цветных справочниках по подбору оттенков цветов, напечатаны очень тщательно при толщине красочного слоя, рассчитанного на воспроизведение оборудованием офсетной печати. С такой же тщательностью производится смешивание составных красок.

В более чем 99% случаев результатом такого тщательного подхода является точный подбор цветов. Однако в некоторых случаях краска, выбранная по полям эталонных цветов, при печати может не дать точно изображенного оттенка. В этих случаях несколько простых тестов позволят определить причину неудачи и способ ее исправления.

Бумага. В цветных справочниках для подбора цветов каждая краска напечатана на бумаге с покрытием и без покрытия. Между этими двумя изображениями есть существенная разница. Краска на мелованной бумаге всегда выглядит ярче и чище. Подбор краски, отпечатанной на бумаге без покрытия, по образцу краски, напечатанной на бумаге с покрытием, может оказаться невозможным.

Цвет бумаги также может привести к значительному изменению цвета краски. Краски для офсетной печати часто бывают практически прозрачными, и через слой напечатанной краски будет виден цвет бумаги. Этот эффект можно уменьшить, добавляя 50% или больше непрозрачного белого пигмента.

Толщина красочного слоя. Изменение толщины красочного слоя может привести к значительным изменениям цвета.

Печать более толстым слоем краски приводит к получению более темного оттенка краски на оттиске. Эту ситуацию можно исправить, добавляя прозрачный белый для ослабления интенсивности цвета краски.

Очистка (плохая смывка) красочной системы печатной машины. При печати может происходить изменение цвета светлых красок из-за их загрязнения плохо смытыми предыдущими темными красками в красочном аппарате.

Не судите о цвете печатной краски по ее виду в банке. Прозрачная краска в банке выглядит более темной, и ее действительный цвет можно определить только путем получения контрольного оттиска на печатной машине или вручную.

Источник света. Иногда два цвета совпадают под одним источником света и не совпадают под другим. Такое явление называется метамеризмом.

Расчет расхода красок. Ниже приведены некоторые полезные правила, которые

помогут вам оценить количество краски, необходимой для выполнения заказа.

- Бумага без покрытия, имеющая пористую неровную поверхность, потребует большего количества краски, чем бумага с покрытием, имеющая гладкую поверхность.
- При печати малотиражных заказов расход краски в расчете на лист больше, чем при печати крупных тиражей.
- Для того чтобы оценить, какое количество краски вам потребуется для той или иной работы, необходимо располагать следующей информацией.
- Площадь в квадратных сантиметрах, которая может быть запечатана при использовании одного килограмма краски.
- Тип бумаги, на которой предстоит печатать.
- Доля (в%) запечатанной поверхности листа.
- Тираж издания.
- Тип краски, которую предстоит использовать.

Чаще всего единственный и надежный способ добиться точного воспроизведения цветных элементов — выбрать образец требуемого цвета, напечатанный заранее, и использовать в подготовке издания к печати ссылку на этот образец.

Развитие компьютерной технологии не только не ослабило, но и усилило потребность в едином и доступном языке описания цвета.



Глава 4

ФИЛОСОФИЯ ЦВЕТА

Перед солнечным светом
все тела равны,
преобразование любого подчиняется
светоносной силе,
которая лепит мир на свой лад.

Гийом Аполлинер

История физики света

Мировоззрение, опровергнутое открытиями современной физики, основывалось на ньютоновской механистической модели Вселенной. Эта модель была мощным каркасом классической физики, поистине великолепным фундаментом всей натурфилософии и других наук в течение почти трех столетий.

Согласно Ньютону, все физические явления происходят в трехмерном пространстве, описанном евклидовой геометрией. Это абсолютное пространство — неизменное и всегда находящееся в состоянии покоя. Как утверждал сэр Ньютон: «Абсолютное пространство, по самой природе своей и независимо от внешних факторов, всегда остается неизменным и неподвижным». Все изменения в физическом мире описывались в терминах абсолютного (математического) времени — особого измерения, не связанного с материальным миром и плавно текущего из прошлого через настоящее в будущее. «Абсолютное, истинное, математическое время, в силу своей природы и своей сущности, течет с постоянной скоростью и не подвержено никаким внешним воздействиям», — утверждал Ньютон.

По представлениям Ньютона, в абсолютном пространстве двигаются материальные частицы — маленькие твердые неразрушимые объекты, из которых состоит вся материя и которые фигурируют в математических уравнениях в качестве «точек массы». Эта модель очень похожа на модель греческих атомистов. Обе они различают полноту и пустоту, материю и пространство и предполагают, что форма и масса частиц неизменяемы.

Исследуя эффекты действия электрических и магнитных сил, Фарадей и Максвелл заинтересовались, прежде всего, их природой. Они заменили понятие *силы* понятием *поля* и, таким образом, впервые вышли за пределы ньютоновской физики.

Это был самый глубокий и самый важный переворот в нашем понимании физической реальности.

Вершиной теории Максвелла, получившей название электродинамики, было осознание того, что свет — не что иное, как переменное электромагнитное поле высокой частоты, движущееся в пространстве в форме волн. Сегодня мы знаем, что и радиоволны, и волны видимого света, и рентгеновские лучи представляют собой колеблющиеся электромагнитные поля, которые различаются только частотой колебаний,

и что свет — лишь незначительная часть огромного спектра электромагнитных волн.

Позже учеными было осознано, что волны связаны с атомами, с их строением, взаимодействием и излучением (переизлучением).

В начале XX века было открыто, что атомы и их элементы можно рассматривать и как волны, и как частицы. Это свойство материи и света весьма необычно. Кажется совершенно невероятным, что что-то может одновременно быть частицей — единицей чрезвычайно малого объема материи — и волной, способной перемещаться на большие расстояния.

Все началось с открытия Макса Планка: оказалось, что энергия теплового излучения испускается не непрерывно, а в виде отдельных всплесков. Эйнштейн назвал их *квантами* и увидел в них фундаментальный аспект природы. Он был достаточно смел, чтобы заявить, что электромагнитное излучение может существовать не только в форме электромагнитных волн, но и в форме квантов. С тех пор кванты света рассматриваются как подлинные частицы и называются фотонами. Это частицы особой разновидности, лишенные массы и всегда движущиеся со скоростью света.

Эксперименты последних десятилетий раскрыли динамическую сущность мира частиц. Любая частица может быть преобразована в другую частицу. Энергия может превращаться в частицы и наоборот. В современной науке оказались бессмысленны такие понятия классической физики, как «элементарная частица», «материальная субстанция» и «изолированный объект».

Вселенная представляет собой подвижную сеть неразрывно связанных энергетических процессов. Всеобъемлющая теория для описания субатомной действительности еще не найдена, но уже сейчас существует несколько моделей, вполне удовлетворительно описывающих определенные аспекты этого странного мира.

Философская мысль должна быть проста и схематична. Она должна порождать, а не подавлять воображение. Мы не можем забыть того, что мысль европейского человека идет, прежде всего, от Платона. От Пла-

тона через Платина, а значит и от Пифагора с его цифрами в качестве меры Мира. Сегодня цифры являются языком науки — и таким образом круг замкнулся.

И теперь, в начале XXI века, мы стали понимать, что человек видит Мир через символы, порождаемые его воображением. И мы все время ищем все новые и новые символы для понимания Мира. И сама наука есть не более чем символическое описание Мира.

Как это получилось? Почему так получилось — кто знает?

Для нас снова зазвучали слова Платона: «Мысль сама замкнулась на своих истоках».

И это получилось само собой.

Цвет как понятие и философия

Все, что было сказано выше, хотя и наполнено философией и физикой, может быть приближено к реальной жизни на примере рассуждения о свете и цвете.

Все мы в каждом мгновении живем благодаря свету и порождаемому им цвету, и через цвет. Цвет и свет являются фундаментом нашего существования.

Они жизненно необходимы для человека при взаимодействии с окружающим его миром.

В качестве подтверждения этому далее будут приведены ряд тезисов, комментариев к ним и примеров, их объясняющих.

1. Через цвет мы воспринимаем форму и пространство. На расстоянии больше длины человеческой руки — это единственный способ восприятия мира. На расстоянии меньше длины человеческой руки, дающей возможность прикасания, восприятие мира осуществляется и через осязание. Слепые, только ощупывая окружающие их пространство, ориентируются в нем.

Мы видим вещи, предметы и явления благодаря воспринимаемой нами форме, создаваемой цветом. Таким образом, мы воспринимаем мир и ориентируемся в нем, познавая его через цвет. Например, мы видим шар Луны в зависимости от освещения в виде диска, полудиска или серпа разной

толщины и разного поворота. В зависимости от воспринимаемого оттенка цвета и его площади человек оценивает пространство и ориентируется в нем. Например, движущиеся предметы в тумане днем или движущиеся светящиеся предметы ночью. Особенно ощутимо время при периодичности проявления процесса или события. Например, мерцающие огоньки летящего самолета или огни светофора. По разности во времени между молнией и громом мы оцениваем дальность события небесного разряда.

2. Цвет — более широкое и богатое понятие, чем световое излучение, и это расширение создано глазом. Черный цвет является новым качественным понятием света, когда световое излучение ниже порога чувствительности глаза для данного уровня его адаптации. Благодаря адаптации мы видим ночью, иногда утром и вечером, мерцающие звезды на темном фоне небосклоне, а днем можем увидеть только Луну. Белый и/или видимый свет — это равномерный спектр излучения очень узкого интервала длин волн от 380 до 760 нанометров. Любые нарушения спектра излучения, пропускания или отражения белого света приводят к изменению качества воспринимаемого света не как белого или черного, а как цветного.

Цвет света меняется, обогащаясь за счет поглощения части его спектра, взаимного влияния световых излучений разных источников и поверхностей, состояния и возможности глаза и человека в целом.

Преобразуясь в веществах, в пространстве и при восприятии человеком, свет обогащается новыми качествами. Он меняет цвет, оттенки, затемняется до черного или осветляется до белого. Цвет может преобразиться в другой вид излучения, например, люминесценции, перламутровый или металлический цвет. Белый свет посредством разложения в тонких пленках или капельках воды (дождь, роса) способен засиять всеми цветами радуги на небосклоне, паутинке или стебельке былинки.

3. В природе нет черного и белого, есть только серые цвета. Если даже видимый цвет кажется черным или белым, то найдет-

ся всегда другой черный или белый, поставленный рядом, который сведет первый тон к темному или светлому серому тону.

В природе нет вещей и поверхностей, которые не отражали бы падающий на них свет. Даже сажа отражает до 4% падающего света, хотя кажется черной. Только в случае экранирования можно создать источник черного цвета, если площадь экрана будет достаточно большой при восприятии (зависит от расстояния) и находиться на светлом фоне с минимальной светлотой (иначе не сможем выделить поверхность черного цвета), воспринимаемой глазом.

Черное определяется чувствительностью глаза или наличием фона (эталоны). Глаз воспринимает как черное любое световое излучение любого цвета ниже порога чувствительности глаза, дающего возможность воспринимать световое излучение как свет, а не как отсутствие светового излучения. Пределы белого света тоже ограничены возможностями глаза. Очень яркие поверхности ослепляют и сводят восприятие света на нет. Входя в темную комнату, в начальные моменты пребывания пространство для нас исчезает из-за отсутствия видимого света до начала адаптации глаза. При выходе из темной комнаты в светлое помещение мы снова теряем пространство в результате ослепления светом.

4. В природе нет бесконечного цвета. Цвет проявляет себя только через вещи, предметы, явления или события, которые всегда ограничены в пространстве или времени (рис. 18).

Только отражаясь от поверхностей или проходя через среды, свет становится видимым. Луч фонарика или фары машины лучше видны (даже их длина и толщина) ночью в тумане. Небо — голубое, закат — красный, все, что мы видим, окрашено, хотя ночью все кошки черные, если их видно на более светлом, или серые — на более темном фоне.

5. Цвет творит мир вещей, событий и явлений, создавая формы в виде ограничения пространства, поверхности и времени. Стоит незаметному для глаза на зеленом листе хамелеону чуточку, на уровне чувствительности глаза, изменить оттенок своего цвета, и мы сразу узнаем его и выделяем на повер-



Рис. 15. Свет и цвет — небо, солнце, море

хности листа. Стоит осветить любым по цветовому тону и яркости светом отдельные предметы или всю комнату, как сразу возникают формы и пространство, воспринимаемые человеком.

Свет как бы дробится на отдельные цветные пятна, создавая формы и пространство. Свет и цвет остаются невидимыми до момента, когда они упрутся в предметы и поверхности и, отражаясь от них, делают их видимыми. Очень интересный эффект возникает, когда в темной комнате имеется зеркало, и мы фонариком светим в зеркало.

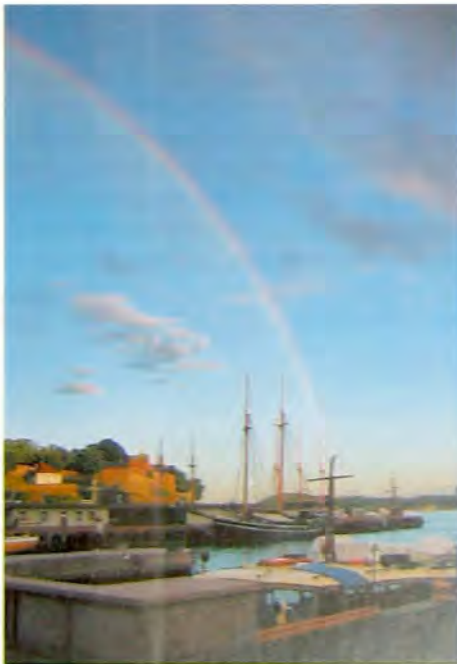


Рис. 16. Спектр и радуга



Передвигая луч света по зеркалу, мы можем последовательно осветить и увидеть все предметы, находящиеся в комнате.

Только для проходящего света (цвета) в случае источника излучения или пропускающей среды свет становится видимым, не создавая формы, а очерчивая лишь пятно на светящей поверхности.

6. Если в природе нет бесконечного цвета, то в живописи, где цвет используется на все 100 %, все наоборот. Имеется бесконечный цвет в виде краски, искусственно созданной человеком. В живописи из бесконечного цвета краски в чистом виде из тюбика художник создает на холсте иллюзию пространства, предметов, явлений и событий через цветные пятна на плоскости. Художник на холсте локализует цвет в пределах пятна, участка холста, создавая иллюзию пространства при сочетании нескольких цветных пятен.

Выражая себя, художник творит новое видение мира через иллюзию, создаваемую при помощи бесконечного цвета. Через конечный цвет человек воспринимает мир. Создавая бесконечный цвет и используя его в качестве средства или материала, человек посредством искусства создает иллюзию, выражая свое видение мира в виде художественных произведений. В искусстве форма ограничивает цвет, создавая иллюзию другого мира.

Однако краска состоит не только из абстрактного и потенциально бесконечного цвета. В нее входит и материальная ее консистенция и именно в том виде, в котором оперирует художник, создавая произведения искусства.

ва в виде пятен из цвета краски на плоскости в живописи и графике или пространственные формы из цветного потенциально бесконечного материала в скульптуре, монументальном искусстве, архитектуре и литье.

7. Цвет — это иллюзия, созданная и воспринимаемая глазом и мозгом конкретного человека.

Каждый человек видит цвет по-разному, и трудно объяснить другому человеку, о каком цвете идет речь, хотя основные насыщенные цвета можно приблизительно определить словами, например красный, желтый, синий, зеленый, оранжевый. И для того, чтобы увеличить достоверность, взаимопонимание, мы связываем названия многих цветов с предметами и веществами. Например, кроваво-красный, лимонно-желтый, небесно-голубой, винно-красный, малиновый, горчичный, бирюзовый, сиреневый, морской волны, салатный, молочный, изумрудный, белый как снег и черный как сажа.

Единственный способ не ошибиться при коммуникации и общении — это показать настоящий цвет на предмете или эталоне. Мы не должны также забывать, что около 6% мужчин и 1% женщин — дальтоники, и они видят цвет по-другому. Поскольку цвет — иллюзия, и для каждого человека эта иллюзия индивидуально обусловлена, то возникают сложности с объективным определением цвета, его толкованием и интерпретацией.

8. Цвет создает для человека иллюзию пространства и формы. Мы воспринимаем формы и пространство через цвет и благодаря цвету. Даже зная реальную форму предмета, мы воспринимаем иллюзию как реальность. Это отражено и в языке. Например, восприятие Луны: луна — полнолуние, месяц — все остальные фазы. Даже полнолуние редко воспринимаем как шар, чаще как диск. Источники света и цвета при удалении уменьшаются по площади, и их яркость падает. По этим признакам мы оцениваем пространство и расстояние. Однако разные цвета создают различную иллюзию близости или удаленности. Даже если неподвижный источник света будет уменьшать свою яркость, у нас возникнет иллюзия его движения и уда-

ления от нас в пространстве. При изменении его площади у нас может возникнуть такая же иллюзия удаления или приближения света. И то же самое получится, если оттенок цвета плавно меняется от теплого к холодному — от красного к синему цвету. Очень яркие источники света даже при очень большом удалении сохраняют определенную минимальную площадь, теряя только в яркости. Например, звезды нам кажутся близкими и на одинаковом расстоянии. Иллюзия пространства, вызванная светом и цветом, очень часто является причиной транспортных аварий, особенно ночью или в тумане.

Наверное, только ученый-поэт может написать в стихах об очевидном событии и как поэт, и как ученый — точно и логично:

Открылась бездна, звезд полна.
Звездам числа нет, бездне — дна

М. В. Ломоносов.

9. Иллюзия цвета создается и определяется реальным пространством (величиной площади цвета) и временем (частотой появления светового излучения). В зависимости от величины площади цвета и окружающего его фона мы один и тот же цвет воспринимаем как разные цвета или тональности. Цвет с большей площадью всегда влияет на цвет с меньшей площадью, не только по насыщенности, но и по оттенку. Даже один и тот же цвет, имеющий разные площади, на одном и том же фоне воспринимается по-разному. Там, где площадь меньше, насыщенность цвета меньше. Мы уже знаем, что



Рис. 17. Белое и черное — серое



Рис. 18 Цвета природы

на полиграфическом оттиске возникает иллюзия множества непрерывных переходов цветов и оттенков, хотя на самом деле в лупу мы видим точки всего четырех цветов — пурпурного, желтого, голубого и черного. Эти точки очень маленькие по площади и для невооруженного глаза остаются незаметными. Они одинаковые по насыщенности цвета, но разные по площади и частоте расположения в плоскости. За счет этого мы видим разные цвета и оттенки.

В случае, если излучатель света или цвета импульсный (прерывистый), то при высокой частоте импульсов по времени мы будем видеть это излучение как непрерывное. Типичным примером данной иллюзии могут служить лампы, работающие с переменным электрическим током. Только при сильном снижении частоты лампы начинают заметно для нас мигать, хотя при частоте 50 герц они тоже мигают, но это мигание остается незаметным для нас.

10. Адаптация меняет иллюзию пространства и цвета. Когда мы входим в темную комнату, пространство для нас уходит в бесконечность. При изменении адаптации пространство становится конечным, так как

мы видим отдельные разноцветные или серые предметы и их взаимное расположение. Выходя из темноты в ярко освещенное пространство до изменения адаптации, человек чувствует, что пространство исчезает, сворачивается и превращается в яркое слепящее плотное окружение. И в первом и во втором случае вначале человек не двигается. Нет цвета, нет пространства, нет движения.

В кино мы наблюдаем обратное: из отдельных импульсов света (цвета) создаются статические срезы пространства, а мы принимаем иллюзию движения и пространства за реальность. Этим на заре кинематографии часто пользовались, направляя движущийся на экране поезд в зрительный зал. Люди пугались, кричали и вскакивали с мест, боясь, что поезд их задавит. Движение и пространство, хотя и иллюзорные, воспринимаются в кино как реальность.

11. Давние, современные и новейшие цветовые ассоциации неразрывно связаны с жизнью и деятельностью человека, так как они присутствуют и в его прошлом, их используют в настоящем, ими он характеризует свое будущее. Эти цветовые «определения» имеют архетипную природу и беспрерыв-



Рис. 19 Цвет творит мир вещей

но участвуют в информационном обмене на психологическом уровне, а также являются составной частью психологии цвета.

Цвет используется для выбора и определения типичных и свойственных только человеку соответствий, соотношений и пропорций. Все интенсивнее он используется для выражения цветовых идей в искусстве, технике, науке, и постепенно вся эта совокупность формируется в некий цветовой код, при умелом использовании которого можно создавать сложные иллюзии и вызывать разнообразные ассоциации: тепловые (теплый—холодный), весовые (тяжелое—легкое), эмоциональные (радость—печаль), связанные с движением (приближение—удаление, центростремительное—центростремительное), музыкальные (звук низкий—высокий—окрашенный), духовные (земные—воздушные). Очень часто цвет возникает как носитель положительной или отрицательной нагрузки и вызывает у человека состояние психологического равновесия или душевного беспокойства. Постоянное развитие и расширение субъективных цветов постепенно создает условия для преобразования цветового кода в цветовой язык обозначений, терминов, рекламных наименований цвета и товарных носителей (определений) информации об услугах, фирмах—изготовителях, товарах как таковых.

12. Цвет, созданный источником светового излучения, отраженный от поверхности или прошедший сквозь среды, в очень редких случаях может быть точно определен человеком. Как правило, человек видит

цвет (свет), но не может определить его происхождение. Человек не может сказать, создан ли цвет, воспринимаемый им, одним или несколькими источниками. Только при определенных условиях он может разделить источники или утверждать, что это цвет только одного источника. Цвет на оттиске офсетной печати создается микроштрихами (растровыми точками) четырех красок разного цвета — пурпурного, голубого, желтого и черного. Но, разглядывая изображение на оттиске, мы видим белый, серый, черный, желтый, пурпурный, голубой, зеленый, синий, красный цвет и все их разбеленные и зачерненные оттенки. Если же мы посмотрим в микроскоп или лупу на маленький участок изображения, то увидим упорядоченные или беспорядочно расположенные, даже с частичным перекрытием, маленькие пятнышки (растровые точки) одинаковой или разной площади только четырех цветов — пурпурной, голубой, желтой и черной красок. В местах перекрытия возникают еще четыре цвета — зеленый, синий, красный и черный. Такую же картину можем наблюдать, даже если изображение на оттиске воспринимается как однокрасочное черно-белое, если оно напечатано по СМΥК-технологии, когда для печати используются, кроме черной, три цветные краски — пурпурная, желтая и голубая. СМΥК-технология требует специальной подготовки к печати черно-белого изображения оригинала. Хотя при этой технологии полиграфические расходы резко увеличиваются, но изображение на оттиске получается сочное, с мягкими и плавными переходами серого и насыщенного черного.

Цвет и язык

Великий Платон как-то сказал: «Человеческий язык не способен прямо выразить подлинные реальности. Слова скорее скрывают, чем раскрывают подлинную природу вещей».

Язык общения, наверное, самое динамичное, легко воспроизводимое и саморегулирующееся изобретение человечества. Об этом написано и еще будет написано много книг. Мы рассмотрим человеческий язык общения с точки зрения цвета, а имен-



Рис. 20. Предмет и эталон — малина и телесные тона

но, как в языке отражено и выражено такое широкое и жизненно важное для человека понятие, как цвет. В каждом языке у разных народов очень много слов, связанных с цветом. Внесем некоторый порядок и разделим слова на группы.

Предметный цвет

Многие, можно сказать, почти все названия цветов определены с использованием названий предметов, являющихся носителями этого цвета. В конкретных языках кажется, что только некоторые цвета связаны непосредственно с предметами. При интегральной оценке языков мира в плане соответствия цвета и предмета — данное обобщение все же оказывается верным. Например, в русском языке есть название «оранжевый», но всегда при этом мы подразумеваем апельсин как предмет. Это название цвета пришло в русский язык из французского в XVIII веке, хотя были и более ранние попытки со стороны голландского языка, но в отношении фрукта «апельсин».

В полиграфии предметные цвета определяют как памятные цвета. Памятные цвета в полиграфии используют в качестве нематериальных (виртуальных) эталонов при оценке цвета на оттисках и полиграфических оригиналах. Для большей ясности и взаимопонимания назовем несколько таких предметных цветов: малиновый, горчичный, бирюзовый, сиреневый, салатный, молочный, изумрудный, телесные тона кожи человека. В полиграфии к памятным цветам относят



серый и черный цвета, которые могут присутствовать в разных предметах, в тенях этих предметов или на самых затененных участках изображения на оригинале или оттиске. По сравнению с другими цветами в черном, белом и сером цветах человек легче определяет, есть ли в них какой-либо цветной оттенок. Для белого цвета это не так очевидно, если нет эталона сравнения.

Существуют в языке (скорее всего в умренных широтах, где коричневый цвет самый часто встречаемый цвет) очень много предметных цветов для оттенков коричневого — шоколадный, болотный, бежевый, хаки, кофе с молоком.

В природе носителями самого яркого цвета являются, прежде всего, цветы растений и окраска насекомых, а бабочек поэты образно называют «летающими цветами».

Цветные названия предметов

Название предмета, вещества, события, структуры или процесса, которые образованы по названию цвета, присущего им в качестве атрибута (неотделимого качества), можно отыскать во многих языках народов мира.

В качестве примера можно привести: желток, белила, чернила, голубика, черника, чернушки (грибы), зелень (петрушка, укроп, кинза), оранжевый, желтуха, краснуха, белуга (рыба), светлячок, чернь (народ), цвет [общества], зеленый [молодой], зеленые [экологи], голубые, розовые [половая ориентация], красные [коммунисты], коричневые [фашисты].

Зачастую слова для цветов, ярко выделяющихся по цветности, являются одноокренными с обозначениями различных оттенков цвета.

Обращает на себя внимание и такая языковая особенность, что определение черного и белого цвета очень часто проводится при коммуникации через сравнение. Например, черный как деготь, как ворон, как смола, как ночь, или белый как снег, как мел, как полотно, как молоко. Скорее всего, это связано с относительностью белого и черного. Любой разбеленный или затемненный серый цвет мы можем принять за белый или черный цвет, если нет образца (эталона) сравнения. При наличии эталона этот цвет становится серым. Поэтому при коммуникации с помощью языка цвет привязывается к знакомому образцу соответствующего цвета.

Сложности с определением и выражением цвета через слова отражены также в поговорах, максимах, идиомах и поговорках. Например, «на вкус и на цвет, товарищей нет», «в темноте все кошки серы», «красный как рак», «черный как ворон», «белый как мел».

География и языковые формы цвета

Мы убеждены, что в языках разных народов, живущих в разных географических зонах, богатство названий отдельных цветов разное. Очень точно по этому поводу заметил Ив Бонфуа: «Эти иероглифы цвета — свидетельства иной логики, иного языка». Язык отражает быт народа и его среды. Язык связан с выживанием и распространением знаний. Для северных народов, где 9 месяцев снег и лед, для оттенков белого, наверное, имеются отдельные названия, точно определяющие эти оттенки, так как это вопрос жизни, выживания и смерти. Необходимо быстро и издалека заметить белого медведя на льдине или снегу и успеть предупре-

дить других. Зная название, быстрее видишь оттенок или цвет. Для аборигена джунглей жизненно важен зеленый цвет, в котором таится и пища, и опасность (смерть). В саваннах цвет пожухлой травы и метеорологический прогноз, и пища, и притаившийся в засаде зверь. Для человека пустыни желтый цвет песка — это все. Зеленые оазисы для человека пустыни — это всего лишь оазисы в пустыне.

Может, это и не так, но...

Нет такой человеческой деятельности, которая не была бы связана с цветом. И это понятие — не выделенная человеком категория, а атрибут жизни человека.

Существует исключение. Есть слепые от рождения. Они никогда не видели мир цвета и света. Им невозможно объяснить, что, кроме вещественной формы (на ощупь) предметов, есть еще формы этих предметов, создаваемые цветом и светом. Кроме пространства, создаваемого расположением предметов, существует еще и пространство, создаваемое цветом, например в живописи. Время и движение — это не только процесс или событие, это восприятие цвета и света, восприятие иллюзии пространства и времени. Например, восприятие пространства и движения в кино.

Удивляет, что цвет не стал предметом изучения для философов, оперирующих понятиями.

Цвет стал атрибутом для философов, думающих образами, для людей искусства — поэтов, художников и писателей, творящих искусственную природу формы и пространства, а также для дизайнеров, работающих с реальными материалами, предметами, вещами и формами, преобразующих реальные пространства.

Процессы и события, связанные со временем, неотделимы от цвета. Яркие примеры тому — музыка, фейерверк, салют, лазерное шоу и голография, времена года и наша жизнь от рождения и до ее конца.



Глава 5

ЦВЕТ В КУЛЬТУРЕ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Нет человеческих слов, которые могли бы прямо обозначить действительность.

Платон

Вопросы и/или ответы?

С первым возгласом ребенка при рождении человек начинает познавать мир и цвет — в его глазах меняется внешний облик мира и открывается великолепное многообразие цветов бесчисленных оттенков. С помощью Божественного света и вещества объектов он через глаз и мозг осмысленно воспринимает все процессы объективного мира и бесконечное многообразие явлений. Субъективное и чувственное восприятие способствует более живому и непосредственному постижению окружающего нас мира цвета.

Однако иллюзии наших чувств и восприятий от воздействия цвета не способствуют переходу от качественных оценок цвета к их количественному представлению. Без количественного представления цветовых явлений невозможно построить строгую научную теорию, модель цветового пространства в математической форме. Измерение и представление излучения, света и цвета в математической форме и через число и/или длину волны делает теорию о цвете точной наукой. Это позволяет решить многие прикладные задачи: исследовать недоступные нашим органам чувств

цветовые процессы, конструировать и создавать оптические, измерительные, производственные и бытовые приборы, а также управлять и контролировать процессы ввода, записи, отображения и воспроизведения цветовой информации.

Абстрактность представления и математическое моделирование цветовых явлений, по сути дела, есть квинтэссенция всего опыта, накопленного человеком за всю историю своего развития. Между тем, живое и непосредственное восприятие цвета (например, живопись, цветная фотография, многоцветный оттиск, видео, цифровой файл и т.д.) часто вступает в конфликт с его математическим представлением и физическим воплощением при фотографировании, сканировании, отображении на экране монитора или в иллюстрированном печатном издании. Любое моделирование цвета — это всегда идеализация, которая не может совпадать с природой и не является выражением нашего субъективного восприятия. Поэтому, несмотря на достигнутые успехи, вопросы в измерении и представлении цвета в математической и физической формах все равно остаются.

Вопросы, касающиеся цвета, у человека возникали во все времена, и в течение всей

своей истории он пытался в той или иной форме найти на них ответ. В связи с этим авторы попытались собрать эти вопросы, понятия и определения, мысли и домыслы и вынести на ваше обсуждение. Мы не придерживались здесь каких-то правил и классификаций, так как они в этом не нуждаются. Высказывания о цвете известных людей порой противоречивы и неоднозначны, но они точно отражают парадигму знаний своего времени, цеховой принадлежности (религия и искусство, наука и образование) и культуры. Отнеситесь к ним с некоторой долей скептицизма и не судите их строго, но попытайтесь проникнуть в суть высказываний и понять идеи. Эти знания будут основой для обретения свободы, столь необходимой при изучении такого сложного и до конца не познанного явления и понятия, каким является цвет.

Что такое цвет?

Априорное познание предметов и объектов окружающего нас мира с помощью восприятия и посредством чистого созерцания было свойственно древним мыслителям и философам. Они первыми задавали насущные вопросы и пытались найти на них ответы. Они стремились к истине, а «истину следует любить ради самой истины» и по хлесткому выражению Артура Шопенгауэра «предпочитать свое собственное мнение мнению толпы». Однако, по образному выражению И. В. Гёте, философов охватывало бешенство при одной мысли о цвете, так как неопределенность понятия «цвет» была близка к бесконечности.

Тибетская и древнеегипетская культуры подарили всем нам удивительные источники, которые объединены общим названием «Книга Мертвых». Эти разные книги посвящены вопросам Жизни после Смерти, и в них впервые обращено внимание к свету и цвету, как важнейшим сущностям нашей жизни. Пифагор был знаком со «словами, устремленными к Свету», поэтому он считал, что глаза — это врата Солнца. А цвет, по его мнению, есть то, что располагается по краю

тела, либо сам есть край. Атомист Демокрит, создавший удивительную теорию об атомах и пустоте, утверждал, что цвета не существует: окраска меняется в зависимости от положения наблюдателя. Восприятие цвета он характеризовал как чувственное осязание глазами «на ощупь». В XX веке психолог А. Р. Лурье, соглашаясь с ним, уточняет: «Цвет меняется в зависимости от положения наблюдателя». Цветовое учение изложил в «Тимее» и Платон. Цвет, по его мнению, это пламя, струящееся от каждого отдельного тела и состоящее из частиц, соразмерных способности нашего зрения ощущать и воспринимать. Наш современник Н. В. Серов, анализируя платоновский метод, сделал очень интересный вывод: «цвет является божественно-человеческим приобретением, соразмерным способности нашего разума рассуждать, ощущать и, главное, чувствовать его божественность». Известный ученый А. Ф. Лосев в своих трудах высказывал мнение, что цвет для древних никогда не был двумерной абстракцией, но всегда той или иной цветной вещью, цветным трехмерным телом.

Одним из первых, кто задал вопрос: «что такое цвет?», был Аристотель. Однако пока не будет получено полное и достаточно ясное представление о восприятии цвета человеческим мозгом, до тех пор не появится и вразумительный ответ на этот вопрос. Поэтому мы просто представим некоторые попытки, определяющие понятие «цвет».

Аристотель, отвечая на поставленный самим же вопрос, говорил, что цвет — это «то, что есть, но не всегда было, однажды стало». Аристотель также писал: «Все живое стремится к цветам. Цвета по приятности их последствий могут относиться между собой подобно музыкальным созвучиям и быть взаимно пропорциональными». Аристотель родился в городе Стагир, а учился более 20 лет в платоновской Академии. Вместе с тем, это не помешало «Стагириту» сделать предположение, что «без света нет цвета, хотя вещь остается вещью. Цвет — это не вещь».

Трепетное отношение к свету и цвету мы наблюдаем и в каждой религии. Связь

осуществляется через завет Бога на земле — раду. Мы живем в многоцветном мире, но цвет нельзя осознать до конца, познать, объяснить словами — в него можно верить и, только переживая, чувствовать его воздействие на наш организм. Не разделяя религии, можно сказать, что они дали начало всем искусствам. Велика здесь роль христианства и православной церкви, а также всей истории иконописи и русской иконописи в частности. Цвет и Свет в религии имеют богатую символику и в иконописи соизмеримы и рассматриваются как умозрение в красках. При всем лаконизме цвета они наполнены светом, а также просветленными и прозрачными тонами. Цвет символизирует небесный Свет Божественной благодати, создавая иллюзию свечения иконы. Свет и цвет ассоциируется с животворящей Божественной энергией, с прекрасным, неземным светом.

Просветленные цвета характеризуются особой выразительностью, особым оттенком «от лирической гаммы до трагической» в точном соответствии с цветовым канонам.

Священник Павел Флоренский в своем произведении «Иконостас» пытался найти ответы по «метафизике света и цвета» в рамках православной христианской традиции. По его мнению, все, в том числе и цвет, — это качества, «озаренные светом» и «принадлежащие свету». В своих размышлениях он, как математик и философ, дает психологически четкую характеристику света и цвета: «Все, что является или, иначе говоря, содержание всякого опыта, значит, всякое бытие, есть свет. В его лоне живем и движемся и существуем, это он есть пространство подлинной реальности. А что не есть свет, то не является, и, значит, не есть реальность.... Золотой свет бытия сверхкачественного, окружив будущие силуэты, проявляет их и дает возможность ничто отвлеченному перейти в нечто конкретное, сделаться потенцией. Однако это еще не есть цвет в собственном смысле этого слова, это только не тьма, чуть что не тьма, первый проблеск света во тьме, первое явление небытия из ничтожества».

В исламе свет не противопоставляется тьме, но тьма есть «первичное» по отношению к свету. Отношение к цвету передает Магомет словами, что «цвет — это ярко выраженные знаки тем, кто умеет думать».

Свою теорию «света и цветов» сэр И. Ньютон открыл в 1666 г., однако опубликовал ее только в 1704 г. По словам И. Ньютона, это была попытка описать свойства света не гипотезами, а изложениями и доказательствами, рассуждениями и опытами. Иными словами, он опробовал метод, который в дальнейшем стал основой классического метода в науке. В своих исследованиях он принял 8 определений и 8 аксиом, а также впервые использовал для проверки и доказательства опыты — эксперименты.

Такой подход позволил ему сделать следующие предположения, что «явления цветов в преломленном и отраженном свете не вызываются какими-либо новыми модификациями света». «Лучи, если выражаться точно, не окрашены. В них нет ничего другого, кроме определенной силы или предрасположения к возбуждению того или иного цвета». В своих рассуждениях об окраске предмета Ньютон утверждал, что она «является не чем иным, как предрасположением отражать тот или другой сорт лучей более сильно, чем остальные; в самих лучах нет ничего иного, кроме предрасположения распространять то или иное движение в чувствительном, в последнем же появляются ощущения этих движений в форме цветов». Приверженцы опытов Ньютона трактуют понятие так: цвет — это свойство спектрального состава излучения (пропускания и/или отражения), вызывающее у человека особые зрительные ощущения.

Некоторые исследователи пытаются объединить ньютоновское определение цвета с психологическими понятиями. По их мнению, цвет — это определенный вид психических переживаний, возникающих благодаря как поступающему в глаз внешнему излучению (пропусканию и/или отражению), так и механическому воздействию на глаз (удар, давление) или внутреннему представлению этого вида переживания в полной темноте.

И. В. Гёте в своей знаменитой работе «Учение о цветах» писал: «Цвета действуют на душу: они могут вызывать чувства, пробуждать эмоции и мысли, которые нас успокаивают или волнуют, они печалят или радуют... Цвет и свет стоят в самом точном отношении друг к другу, однако мы должны представлять их себе как свойственные всей природе: через них природа целиком раскрывается чувству зрения.... Цвет есть закономерная природа в отношении к чувству зрения».

Макс Борн в работе «Размышления о теории цвета», сравнивая учения Ньютона и Гёте, сделал одно точное замечание о том, что Ньютон исследовал свет излучений, а Гёте изучал отраженный свет. Другой не менее известный физик, Вернер Гейзенберг, в лекции на тему «Учения Гёте и Ньютона о цвете и современная физика», подробно разбирая учение великого математика-физика и гениального поэта-естествоиспытателя, делает вывод, что методы обоих ученых развивались в двух совершенно разных направлениях. Не ставя под сомнение их научную значимость, он пытается их соединить как противоположности, которые расширяют и дополняют возможности каждой из них.

Пальму первенства он все же отдает научному методу Ньютона, как безальтернативному пути развития науки, сожалея при этом и с горечью в интонации. По его мнению, современная наука имеет дело уже не с миром непосредственного опыта, а лишь со скрытыми основами этого мира, обнаруженными нашими экспериментами. Современные понятия становятся все более абстрактными и менее наглядными. Гёте это было ясно с самого начала, когда он разбирал и критиковал метод—теорию Ньютона о расщепленном и деформированном свете и его выводы о цвете.

В итоге, В. Гейзенберг делает необычный для физика вывод: «...Борьба Гёте против физической теории цвета должна быть в настоящее время продолжена на более широком фронте». А один из авторов трехкомпонентной теории зрения, Гельмгольц, говорил о Гёте так: «Его учение о цвете должно рассматриваться как попытка спасти не-

посредственную истину чувственных восприятий от вторжения науки».

Артур Шопенгауэр в 1815г. написал трактат «О зрении и цвете», где продолжил мысль Плутарха о том, что всему присуще ощущение и мышление. Природу цвета и его начало он рассматривал через его двойственность и полярность, и восприятие цвета определял как порождение ума, а не чувств.

А. Шопенгауэр, так же как и Гёте, был оппонентом Ньютона и его теории о цвете. Особенно резкой критике он подверг его основополагающее утверждение о белом свете (цвете). Ньютон отрицал возможность возникновения белого цвета из двух «первичных» цветов, то есть из цвета и его дополнения (красный — зеленый, оранжевый — синий, желтый — фиолетовый). По его теории, возникновение белого света — цвета возможно только из семи (пяти) однородных (монохроматических) лучей. Опыты Гёте и Шопенгауэра опровергают это утверждение.

Джеймс Клерк Максвелл после изучения смешивания окрашенных световых потоков сделал вывод, что «наука о цвете должна рассматриваться исключительно как наука, связанная с умственной деятельностью».

Г. Тонквист в работе «Аспекты цвета» приводит основную постулат Э. Геринга: «... чтобы мы в уме воспроизвели любой цвет с определенной четкостью, нам, прежде всего, нужно не обращать внимания на причины и условия возникновения. Для систематизации цветов единственное, что имеет значение, — это сам цвет... Цвет — это то, что мы видим и можем описать с помощью свойств, которые мы в нем видим». И тут же Тонквист делает вывод, что «ни теория Юнга—Гельмгольца, ни теория Геринга не могут полностью объяснить, как сигналы преобразуются в мысленный образ объекта».

Рудольф Штайнер рассуждая «сущности красок» делает такое обобщение: «Цвет при всех обстоятельствах не реальность, а образ. Природа отражается в образах. Мир красок — не реальность, мир красок уже в самой природе является образом». По его

мнению, процесс восприятия — это одновременно и творческий процесс и информационный. Такая возможность возникает благодаря тому, что «цвета относятся к изначальным понятиям и являются детьми бесцветного света и его противоположности — бесцветной тьмы». Из противоположности или, точнее, из дополнительности цветов возникают связь и синтез, которые он обобщает словами, что «цвет — это и дитя света, и его мать». Взаимоотношение света с цветом Штайнер характеризует так: «Свет, как первый шаг в создании мира, открывает нам через цвет его живую душу».

В. Оствальд в работе «Письма о живописи» рассуждает о восприятии цвета следующим образом: «Мы вовсе не видим предметов так, как они, в оптическом смысле представляются нашему глазу, а так, как они нами легче всего познаются».

Физик Эрвин Шредингер в 20-х годах XX века дал следующее определение: цвет — это свойство спектрального состава излучений, общее всем излучениям, в том числе визуально неразличимым для человека. Используя научный подход, он попытался описать непосредственное чувственное восприятие мира. При этом в основу своей теории он положил не цветовую плоскость (цветовой треугольник или цветовой круг), а модель трехмерного цветового пространства — цветовой пакет в виде аффинной геометрической векторной структуры. В физическом учении о цвете Шредингер также попытался доказать математическую эквивалентность двух теорий цвета: трех — и четырехкомпонентного цветового восприятия.

Американское оптическое общество в одной из редакций принимает следующее определение цвета — это функция пространственных и невременных характеристик света. В 1922 г. Л. Т. Троланд дал определение понятию «цвет», которое также было принято Американским оптическим обществом в следующей формулировке: «Цвет — это общее имя для всех восприятий, возникающих при работе сетчатки глаза и относящихся к ней нервных механизмов, активности, существующей почти в каждом

случае у нормального индивида, специфический ответ на излучаемую энергию определенной длины волны и интенсивности. Цвет не может быть идентифицирован или редуцирован к понятиям какой бы то ни было чисто физической концепции; это фундаментально психологическая категория».

Райт в работе «Лучи не имеют цвета» определил ощущения цвета так: «Наши ощущения цвета — внутри нас, и до тех пор, пока нет наблюдателя, воспринимающего цвет, нет и самого цвета. Даже в цепи событий, происходящих между рецепторами сетчатки и зрительной корой, цветов еще нет, они появляются лишь тогда, когда информация получает окончательную интерпретацию в сознании наблюдателя».

Ивли Грант отметил свои наблюдения следующим образом: «Цвет был создан для красоты и красота эта — не удовлетворение прихоти человека, а необходимость для него».

В свое время Сократ задал вопрос: «У самого цвета нет разве какой-то сущности?»

Н. В. Серов, отвечая на вопрос-утверждение Сократа, сделал красивое замечание: «Цвет — это драгоценность, которой женщины любят подчеркивать и/или оттенять свою красоту».

В 1943 г. Е. Т. Шехтель опубликовал свой постулат о том, что «цвет является важнейшим феноменом окружающего мира, зримого вовне мира».

Макс Люшер в работе «Оценка личности посредством выбора цвета» писал: «Способность различать цвета, узнавать их, обозначать и испытывать их эстетическое воздействие — это всегда функции коры головного мозга».

Р. Арнхейм, исследуя цвет в искусстве, характеризует цвет так: это характерная функция восприятия, передающая выразительность и позволяющая приобрести определенные знания об объекте.

Исследователь и талантливый экспериментатор Эдвин Лэнд со свойственной ему категоричностью делает такой вывод: «Цвет мы воспринимаем как угодно, но только не основываясь на физической длине волны».

С позиций хроматизма, психологии и по определению Н.В. Серова цвет — это характерный компонент хроматической триады, представляющий идеальное, связанное с материальным через чувство. Связь осуществляется через их амбивалентное (двойственное хроматическое свойство) отношение. Цвет — это потенциальная модель информационных систем.

Национальный стандарт (ГОСТ 13088-67) характеризует цвет следующим образом: цвет — это аффинная векторная величина трех измерений, которая выражает свойство, общее для всех спектральных составов излучений, визуально неразличимых в колориметрических условиях наблюдения.

Ж. Агостон в книге «Теория цвета и ее применение в искусстве и дизайне» дает следующий ответ на вопрос Аристотеля: «Цвет — это ощущение, возникающее в мозгу в ответ на свет, попадающий на сетчатку глаза».

Ч. Педхем и Дж. Сондерс в книге «Восприятие света и цвета» утверждают, что «сам свет окрашен не больше, чем радиоволны или рентгеновские лучи, но несет сведения, или информацию, способную вызвать ощущение цвета».

Нейрофизиолог и лауреат Нобелевской премии Дэвид Хьюбел утверждает, что цвет — это результат неодинаковой сти-

муляции колбочек разного типа. Цветовые ощущения и восприятие возникают при активации разных сочетаний колбочек светом различного спектрального состава.

Американский специалист в области инструментального обеспечения колориметрических измерений Дэвид Р. Баттл определяет цвет как ощущение, возникающее в мозгу у человека, которое в этом виде невозможно измерить, но можно по физическим параметрам, вызывающим его, оценить.

Несмотря на многотысячелетнюю историю изучения цвета, до сих пор нет достаточно строгого определения понятия цвета. В XX веке многие ученые и творческие люди, в том числе и Нобелевские лауреаты (например, Оствальд, Шредингер, Борн, Гейзенберг, Хьюбелл, Визел и другие), пытались найти ответы или провоцировали новые вопросы по различным аспектам цвета. Между тем, вопросов не становилось меньше, а проблемы, сопутствующие цвету, до сих пор обсуждаются и вызывают интерес, как в науке, так и в культуре. А причина, по которой так происходит, заключается в том, что цвет — это виртуальная сущность нашего бытия, как любовь и душа, как пространство и время. Цвет — это информационный пространственно-временной континуум свободного человека.



Глава 6

УСЛОВИЯ ВОСПРИЯТИЯ ЦВЕТА И ИХ КОНТРОЛЬ

«...только кажется,
что вещи имеют цвет».

Демокрит

Провозглашение принципа открытых систем в полиграфии и в дорепечатных технологиях было спровоцировано стремительным развитием цифровых технологий в средствах телекоммуникаций, связи, а также компьютерными и интернет-технологиями. Принцип открытости привлек в полиграфию новые технологии, расширил границы полиграфической среды (по оборудованию и материалам) и уже не требовал обязательного присутствия дорепечатной стадии репродуцирования в типографии. Эта стадия де-факто переместилась в издательства, репроцентры и дизайн-бюро.

Таким образом, полиграфические комплексы потеряли приоритет в области дорепечатных технологий и до момента появления PDF-, CIP-технологий никоим образом в них не участвовали или лишь в незначительной их части. Впрочем, необходимо напомнить, что репродуцирование многоцветной иллюстрации на оттиске обеспечивается технологией постадийного преобразования информации.

Сам цикл ввод (сканер, цифровая камера) — отображение (дисплей) — вывод (печатная машина) относится к классу очень неустойчивых и нестабильных процессов, в котором регулирование, управление и об-

ратная связь между стадиями преобразования играют огромную роль.

Использование оборудования от разных производителей, технологий и принципов, которые порой не были между собой согласованы, вызвало волну технологических расхождений и противоречий, что незамедлительно отразилось на качестве выпускаемой полиграфической продукции. Решение этой трудной многопараметрической задачи требовало системного подхода.

Системная проблема воспроизведения

Опыта практической работы с вновь созданными системами не было, а стандарты и новые правила игры еще только предстояло разработать и внедрить. Для решения существующих проблем необходимо было найти такие подходы, которые на системном уровне устраняли возникающие расхождения и противоречия между стадиями прохождения информационных потоков. Поэтому в 1991 году международный консорциум ICC (ICC — International Color Consortium) сформулировал концепцию управления цветом, которая подразумевает сквозное профилирование устройств и процессов.



Рис. 21. Рабочее место оператора, работающего с цветом: калибруемый монитор, просмотрное устройство, оригинал

В рамках этой идеи в 1994 году ICC разработал стандарт, устанавливающий общие правила цветовых преобразований из одной цветовой модели в другую через универсальное пространство ($CIE\ L^*a^*b^*$ — как правило, или $CIE\ XYZ$).

Простая идея цветового согласования «профиль — универсальное цветовое пространство (PCS — Profile Connection Space) — профиль» была воспринята многими специалистами, как возможное решение большинства проблем. Между тем, прошло более 10 лет, а споры до сих пор не утихают. Более того, очень часто технологические и технические проблемы, возникающие с отдельными устройствами (сканерами, дисплеями, печатными машинами) и полиграфическими материалами, пытаются решить средствами и за счет возможностей стандарта ICC, а это уж совсем не соответствует профильной идеологии, которая предполагает, что все технические устройства, окружение, освещение и условия наблюдения нормированы, готовы к работе и соответствуют отраслевым стандартам. Несоблюдение этих простых положений часто приводит к конфликтам.

К большому сожалению, необходимо отметить, что применяемые в полиграфии на доредакционной и редакционной стадиях математические модели описания цвета RGB и CMYK, используемые для цветовых преобразований, не являются стандартами. Цветовые модели RGB и CMYK являются аппаратно-зависимыми, и поэтому один и тот же цвет может

неодинаково отображаться и воспроизводиться различными устройствами или процессами. Применение стандартизированной модели цветового пространства PCS, а также различных колориметрических методов и приборов, позволяющих определять цветовые характеристики устройств, участвующих в цикле ввод — вывод способствуют стабилизации преобразований RGB — CMYK.

Сегодня наблюдается тенденция, согласно которой дисплеи как средство отображения информации занимают все более важные позиции в доредакционных технологиях. Поскольку их качество постоянно улучшается, возникает очень большой соблазн использовать их в качестве экранной цветопробы и/или «мягкой» пробы и даже пробы с удаленным доступом.

По большому счету, экранная цветопроба — это миф, но он не только живет, но и развивается. Если речь идет о психологическом совпадении, то авторы согласны с такой постановкой вопроса — в противном случае, категорически возражают. Важно понимать, что при воспроизведении изображения на экране дисплея и оттиске нет и не может быть физического и/или колориметрического совпадения.

Суть проблемы заключается в том, что очень трудно добиться полного совпадения визуального отображения информации на экране монитора и на оттиске. Это противоречие изначально заложено как в теории смешения цветов, так и в применяемых моделях цветового пространства. Цветовые расхождения усугубляются психологией цвета и проблемами его восприятия в мозгу наблюдателя, а также условиями внешнего окружения и освещения. Искажения вносят и сами технические средства отображения и воспроизведения цветовой и тоновой информации, к которым относятся дисплеи и устройства печати.

Все возможные устройства, которые участвуют в цикле ввод — вывод, используют разные принципы цветопреобразования и цветовоспроизведения и имеют в силу этого разные цветовые характеристики. Так, например, ввод информации

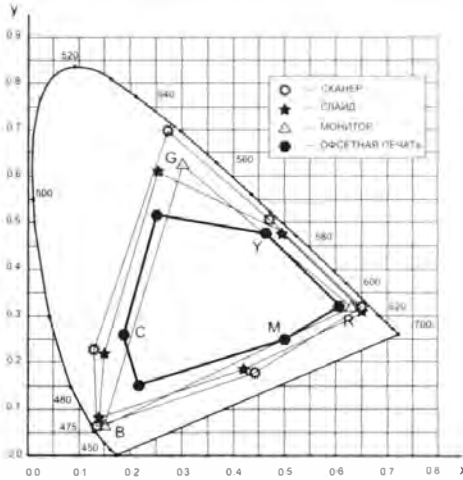


Рис. 22. Цветовые охваты процессов репродуцирования на ху-диаграмме.

осуществляется сканером или цифровой камерой, отображение осуществляется дисплеем, а печать производится печатной машиной на определенном запечатываемом материале и полиграфическими красками. Более того, каждое устройство имеет свой цветовой охват — у сканера он самый большой, у печатного процесса (офсетная печать) — он существенно уже. Цветовой охват дисплея занимает промежуточное положение.

Об управлении цветом опубликовано очень много статей, книг и еще немало их будет написано в будущем — тема эта не только модная, но и очень актуальная. Хотя она не является основным предметом данной книги, сделаем одно небольшое замечание. Соблюсти корректность в этом процессе поможет простое правило, согласно которому цветовой охват каждой последующей стадии репродуцирования должен быть меньше предшествующей. Другими словами, цветовой охват сканера должен перекрывать цветовой охват монитора, а тот, соответственно — устройства вывода. В этом случае преобразование и согласование цветов осуществляется за счет сжатия цветовых данных с минимальными потерями при их пересчете.

Авторы хотели бы обратить внимание читателей на некоторые особенности воспри-

ятия цвета на тиражном оттиске. При этом необходимо помнить высказывание Х. Шиффмана, что «цвет — это продукт деятельности зрительной системы, а не неотъемлемое свойство видимого спектра». В полиграфии не бывает мелочей, и все, что связано с окружением, условиями наблюдения и нормированием средств отображения в дорецептурных процессах, имеет непосредственное отношение к печатному оттиску.

Рассмотрим один очень яркий пример. Один из создателей знаменитого Баухауза, известный исследователь цвета И. Иттен в своей книге «Искусство цвета» пересказал очень поучительную историю, связанную с изменением цвета освещения и ощущениями цвета хорошо известных предметов (памятные цвета). Суть истории следующая. Как-то раз компания мужчин и женщин пришла на ужин к общему знакомому. Стол был накрыт различными яствами и напитками. Все разместились вокруг стола, а хозяин, чтобы развлечь публику, стал менять освещение в комнате: красный свет сменился на синий, а затем на желтый и белый. Эффект превзошел все ожидания, и некоторые дамы даже быстро вышли из комнаты. Что же так подействовало на гостей? Красный свет придавал мясу нежный розовый оттенок, картофель стал ярко-красным, а зеленый шпинат окрасился черным цветом. Синее освещение изменило цвет аппетитного мяса на гнилостный оттенок, а картофель как будто покрывлся плесенью, что сразу же испортило аппетит у всех присутствующих. Желтое освещение превратило красное искрящееся вино в постное масло, а лица гостей стали напоминать лица мертвецов. И только белый свет вернул всем хорошее настроение, так как все предметы на столе приобрели свой естественный цвет, чем и обрадовали всех собравшихся за гостеприимным столом.

История, рассказанная И. Иттенем, для полиграфии не типична. Тем не менее, этот пример очень точно характеризует наше восприятие цвета при изменении внешнего освещения или источника света. Даже при сравнении двух образцов одного и то-



Рис. 23. Типичный образец нормированного освещения

го же цвета, имеющих разную физическую природу (различные краски, красители), при разном дневном освещении возможны ситуации, когда наблюдаются отклонения и расхождения при их восприятии. Это явление известно под названием «метамерия». Вследствие этого в отрасли используют нормированные источники света. Поэтому любое сравнение цвета эталона, образца, оригинала, цветопробного оттиска и тиражного оттиска необходимо выполнять при освещении источником света определенного спектрального состава. Эти источники стандартизованы, и называются стандартными, или нормированными, источниками излучений CIE (CIE — Commission Internationale de l'Eclairage — международная комиссия по освещению (МКО)).

Стандартные источники излучения и цветовая температура

Из курса физики известно, что любой кусок вещества, если его нагреть, начинает светиться (излучать) и при повышении температуры становится все краснее и краснее, а затем излучение становится белым. Цвет излучения почти независим от вещества и для черного тела определяется исключительно только его температурой. Это важное наблюдение о поведении излучения черного тела при высокой температуре, замеченное при физических исследованиях, было использовано для стандартизации источников света.

В технической литературе при описании стандартизованных источников света используют понятие цветовой температуры. Цветовую температуру выражают в кельвинах, К — в градусах Кельвина. График кривой цветовой температуры представлен по обобщенным данным и показан на рис. 24. Эту кривую называют также линией черного тела, или планковской линией.

В таблице 1 представлены более точные значения цветности цветовой температуры для некоторых излучений МКО и дневного света.

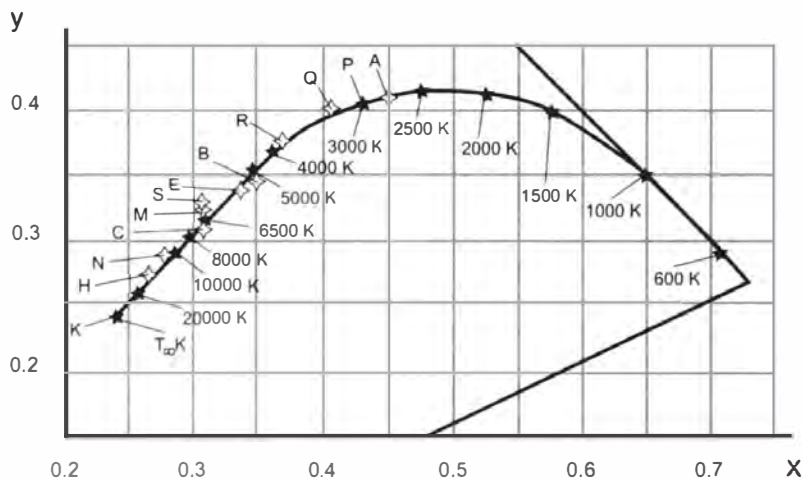


Рис. 24. График кривой цветовой температуры с точками цветности некоторых излучений. A, B, C, E — точки цветности стандартных излучений МКО или CIE; P — стандартный белый теплый свет от лампы мощностью 40 Вт; Q — белый свет; R — стандартный белый холодный свет; S — дневной свет; M — свет неба, покрытого тучами; N — свет северного неба, падающего на плоскость под углом 45°; H — свет ясного синего неба.

Таблица 1

Стандартные излучения и свет

Стандартное излучение и/или свет	x	y	Цветовая температура, К
Излучение А МКО	0.4476	0.4075	2850
Излучение В МКО	0.3484	0.3516	4874
Излучение С МКО	0.3101	0.3162	6774
Излучение D50 МКО	0.3457	0.3587	5000
Излучение D65 МКО	0.3128	0.3292	6504
Излучение D75 МКО	0.2991	0.3150	7500
Излучение D93 МКО	0.2832	0.2972	9300
Свет покрытого тучами неба	0.3134	0.3275	6500
Свет северного неба под углом 45° к поверхности	0.2773	0.2934	10000
Свет равноэнергетического источника Е МКО	0.3333	0.3333	5400

Эталонами для установки точки белого в устройствах отображения являются стандартные излучения серии D. В полиграфии — это D50, для телевидения — D65, а для компьютерной игровой графики и DVD — D93.

Этапы нормирования условий наблюдения в допечатном процессе

Теперь более подробно рассмотрим комплекс параметров, которые оказывают влияние на восприятие изображения на экране дисплея, методику подготовки дисплея к работе, а также меры по частичной компенсации его нелинейности.

Разделим весь процесс на четыре этапа и рассмотрим каждый из них по отдельности:

1. нормирование условий наблюдения;
2. техническая подготовка дисплея к работе;
3. компенсация нелинейности дисплея;
4. калибровка монитора.

Нормирование условий наблюдения

На данном этапе необходимо обеспечить совпадение условий освещения помещения, в котором установлен дисплей и/или согла-

совывается контрактная цветопроба с заказчиком, с освещением, используемым в типографии. Как правило, для этого используют нормированные источники света D50 (желательно) и/или D65 с цветовой температурой ~5000 К и ~6500 К соответственно.

Так как на цветовое восприятие человека сильное влияние оказывают контраст по светлоте и последовательный и одновременный контрасты, то необходимо обеспечить нейтральность фона и окружающей среды. для этого необходимо так оборудовать производственное помещение, чтобы исключить присутствие прямых солнечных лучей. Желательно, чтобы стены помещения, рабочий стол, корпус дисплея, защитные короб и экран, а также одежда персонала были нейтральных или близких к ним тонов. Необходимо избегать присутствия в окружающей среде ярких и насыщенных цветов.

Цвет фона экрана дисплея должен быть нейтральным и соответствовать приблизительно 30% и/или 50% серому цвету. Так, например, фирма Heidelberg рекомендует использовать для этой цели свой стандартный паттерн с 30%-м серым цветом.

В атласе «Книга цветов Манселла» рекомендуется для сравнения образцов использовать однородный серый фон с коэффициентом отражения 20% и источник освещения, близкий по спектральным свойствам к дневному свету. Таким образом, недостаточное освещение в помещении или



Рис. 25. Лампы нормированных источников света

использование дисплея с очень низкой яркостью могут быть причиной неправильного восприятия цветовой информации. Вследствие этого цвета, такие, как красные и оранжевые, выглядят темнее, чем на самом деле, а синие и голубые цвета — более яркими и насыщенными.

Впервые этот феномен был исследован чешским ученым Я. Пуркине в 1825 году. Он заметил, что при переходе от дневного зрения к ночному происходит сдвиг максимума чувствительности в область коротких волн. Настоящий эффект можно наглядно проиллюстрировать на примере двух образцов цвета — красного и синего — специально подобранных одинаковыми по светлоте при условиях дневного зрения и/или соответствующего ему освещения. При восприятии этих образцов цвета в условиях ночного зрения и/или недостаточного освещения они будут выглядеть уже неодинаковыми, потому что красный образец наблюдатель воспринимает более темным, чем синий образец цвета. Иными словами, длинноволновые и коротковолновые излучения при разных условиях наблюдения будут оцениваться наблюдателем-человеком по-разному. Для излучающих систем, например, монитора компьютера, необходимо учитывать влияние также и яркости на цветовой тон.

Исследователи Бецольд, Брюкке описали этот феномен цвета, который характеризует влияние яркости при ее увеличении и/или уменьшении на цветовой тон

излучения. Так, при увеличении яркости все коротковолновые и средневолновые излучения по цветовому тону смещаются к синему тону, а длинноволновые — к желтому тону. Другими словами, фиолетовые, голубые, сине-зеленые цвета синеют, а красные, оранжевые излучения желтеют при восприятии. При уменьшении яркости все происходит точно наоборот — желтые, оранжевые цвета краснеют, а желто-зеленые, сине-зеленые смещаются по направлению к зеленым цветам.

По этим и другим причинам при сравнении двух образцов (оригинала и оттиска, цветопробы и оттиска, оттисков по тиражу издания) необходимо использовать источники света с одной и той же цветовой температурой, например 5000 К.

На сегодняшний день только один источник света, а именно D50 с цветовой температурой 5000 К, принят в качестве стандарта для полиграфии и рекомендован различными спецификациями и цветовыми союзами и организациями для практического применения. К ним относятся такие организации, как: CIE, ISO — International Organization for Standardization, ICC — International Color Consortium, ECI — European Color Initiative, SWOP — Specifications Web Offset Publications и другие. Только этим и ничем другим объясняется настоятельность, с которой авторы везде рекомендуют в качестве эталона и примера этот источник света (ISO 3664:2000, D50).



Рис. 26. Просмотровые устройства: на просвет для слайдов, в отраженном свете для CMYK — оригиналов, комбинированные.

Для сравнения и согласования параметров цветного изображения, после выполненных цветовых преобразований (ввод — отображение, сжатие цветового охвата, цветовая коррекция, управление контрастом) необходимо использовать просмотровое оборудование с нормированными источниками света. Просмотровое оборудование выпускается как для прозрачных оригиналов, так и для тиражных оттисков и цветопробных отпечатков или комбинированных устройств.

В частности, уточним, что условия просмотра определены и в стандарте ISO 3664:2000 для «эталонного носителя». Профиль содержит описание условий преобразования цветового охвата устройства в универсальное пространство при условиях просмотра, соответствующих стандарту ANSI PH-2.30. Этот стандарт определяет освещение для внешнего окружения и для наблюдаемого образца. Они должны совпадать и соответствовать стандарту дневного освещения, например D50.

После приведения визуального фона и среды к стандартным условиям можно переходить к следующему этапу.

Техническая подготовка дисплея к работе

Прежде всего, на этом этапе выполняет целый ряд мер, которые позволяют привести дисплей в рабочее состояние. Это значит, что монитор должен соответствовать принятым техническим стандартам — ISO 9241-3:1996, ISO 9241-8:1997, MPR1990:10 и ГОСТ Р 50948-2001.

для дисплеев с ЭЛТ прежде всего обращают внимание на следующие параметры и свойства монитора:

- яркость (диапазон яркости);
- контрастность;
- геометрические и нелинейные искажения;
- цветосведение лучей;
- способность прибора к размагничиванию;
- равномерность параметров по всей площади экрана;

- резкость;
- разрешение;
- муаровые искажения;
- частота мерцания;
- дрожание изображения;
- совместимость дисплея и графического контроллера;
- антибликовые свойства;
- точность цветопередачи;
- постоянство отклонений.

Как правило, большинство из вышеперечисленных параметров дисплея можно регулировать либо непосредственно через пульт управления, представленного на передней панели монитора, либо с помощью специального программного обеспечения, поставляемого вместе с монитором. И хотя они важны все, но сведение лучей, равномерность и способность устройства после калибровки поддерживать постоянство отклонений по яркости, контрасту и другим параметрам играют первостепенную роль. При эксплуатации монитора все отклонения должны иметь постоянный характер, и только тогда опытный оператор сможет их компенсировать.

Для выполнения операции сведения лучей необходимо, чтобы дисплей имел хорошо управляемую отклоняющую систему лучей, и, что немаловажно, доступную по интерфейсу и/или программному обеспечению. Дисплей должен быть защищен от воздействия электрических, магнитных помех и по возможности установлен с учетом магнитного поля Земли. Очень часто из-за магнитных аномалий (природных и/или созданных человеком) происходит намагничивание апертурной решетки или теневой маски дисплея. В этом случае на мониторе могут появляться темные пятна или даже цветные области. Поэтому в современных дисплеях предусмотрен специальный контур, по которому пропускается ток в момент включения или принудительным образом с панели управления (degauss — размагничивание) для устранения последствий намагничивания.

Выполнение операции размагничивания позволяет частично устранить эту проблему,

хотя правильнее было бы определить источник магнитной аномалии и по возможности ограничить его воздействие на дисплей. Учет влияния магнитных полей Земли необходимо делать по этой же причине, так как при работе дисплея в нестандартном положении могут появиться пятна и несведение лучей. Такая ситуация, например, возникает, когда монитор наклонен вниз/вверх или в бок.

Точность соблюдения цветового баланса и равномерность воспроизведения на экране играют очень важную роль при использовании мониторов в дотпечатных процессах. Эти параметры оцениваются по всей площади экрана дисплея. Параметр «резкость» определяется в большей степени апертурным решением и теневой маской для каждого дисплея. Разрешение экрана монитора и частота мерцания (вертикальной развертки) во многом определяются совместимостью монитора с графическим контроллером и возможностями видеокарты. Критерием выбора этих параметров считается комфортность восприятия. Хотя и тот и другой параметры зависят от индивидуальных особенностей зрения человека, но все-таки не рекомендуется устанавливать частоту вертикальной развертки ниже 75–85 герц. После приведения технических параметров к рабочему стандарту можно переходить к устранению искажений, связанных с нелинейностью самого дисплея.

Компенсация нелинейности дисплея

Настоящий этап очень ответственный, так как он предваряет процесс калибровки монитора и создает условия для стабилизации преобразований RGB (ввод) — RGB (отображение) — CMYK (печатный процесс). Сложность задачи состоит в том, что на этом этапе ищется компромисс между тремя важнейшими параметрами: яркостью, контрастностью и коэффициентом нелинейности (гамма-функция). Вследствие того, что яркость характеризует способность дисплея воспроизводить точку белого, а контраст определяет динамический диапазон и точку черного, то начинать процесс подготов-

ки дисплея к линеаризации необходимо с настройки этих двух параметров. При этом необходимо обратить внимание на диапазон воспроизводимых яркостей, так как он в дальнейшем будет определять работоспособность дисплея.

Выбранные значения яркости и контраста должны обеспечить соответствующие значения для точки белого и черного на экране монитора. Установка точки белого для экрана дисплея очень ответственный момент. Компромисс, который характеризует эту операцию, должен обеспечить желаемую яркость экрана дисплея и удовлетворить параметрам запечатываемого материала в печатном процессе. Различие в средах (дисплей — излучающая среда, от тиска — отражающая) рекомендует использовать значение точки белого порядка 5000 K. Точка белого может характеризоваться как цветовой температурой (коррелированной, в градусах Кельвина), так и координатами цветности (x, y) системы CIE1931 года и (u^* , v^*) CIE1976 года.

Обычно в недорогих ЭЛТ-дисплеях на этапе изготовления точка белого устанавливается на цветовую температуру 9300 K, соответствующую источнику D93. Перенастройка цветовой температуры к значениям D50 и D65 вызывает потери яркости белой точки на 20–25 % и 5–8 % соответственно. Эти потери необходимо учитывать при последующей линеаризации монитора.

Значения яркости определяются свойствами светоизлучающих элементов дисплея: для ЭЛТ — это люминофоры, для LCD — это цветные фильтры. Связывание входных сигналов ЦАП (ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь) с уровнями выходной яркости в логарифмических координатах и называется линеаризацией дисплея. для дисплеев с ЭЛТ эта зависимость линейная (в логарифмических координатах), угол наклона прямой характеризует гамма-функцию. Если не углубляться в физику процесса и математику, то можно априори сказать, что яркость люминофора зависит от тока пучка электронов и от ускоряющего напряжения на контрольной сетке.

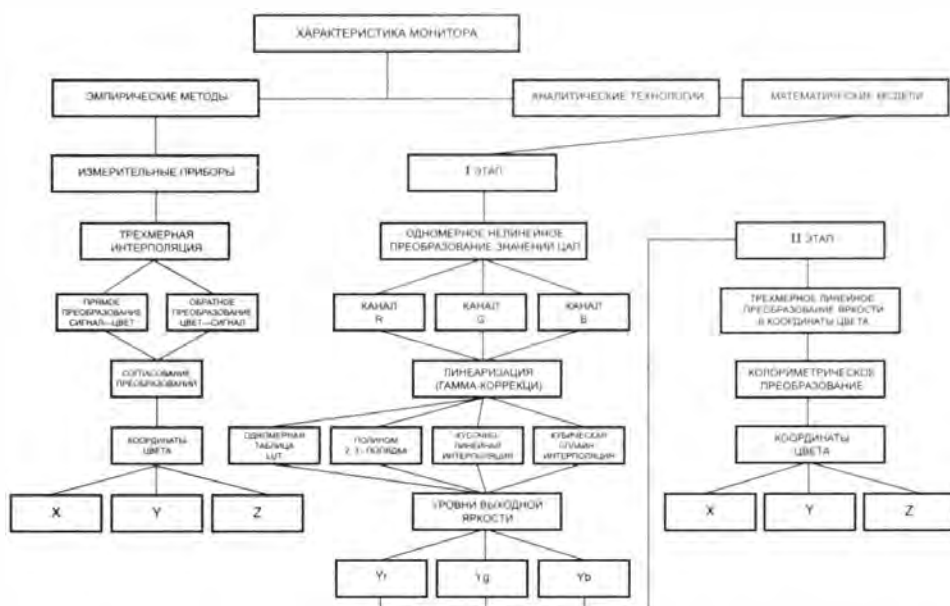


Рис. 27. Блок-схема алгоритма при определении характеристики монитора.

Однако если связать яркость с входным напряжением, то эта функция будет иметь ярко выраженную степенную зависимость от коэффициента гамма-функции. Поэтому выполняют одномерные нелинейные преобразования значений ЦАП и переходят в логарифмические координаты для представления их в зависимости от яркости. После элементарных преобразований функция зависимости яркости от входных значений ЦАП становится линейной и удобной для практического использования. Эту зависимость правильнее называть «характеристикой» дисплея.

На практике существует два разных подхода при определении характеристики монитора. Первый — это когда используются экспериментальные методики, основой которых являются современные измерительные приборы и очень большое количество выполняемых измерений. Второй подход — это применение технологий, использующих математические модели и одно — и/или трехмерные преобразования, а также разного рода аппроксимации и интерполяции, табличные вычисления. Принципиальная блок-схема алгоритмов, которые для этого используются, показана на рис. 27.

Численное значение гамма-функции определяют еще как коэффициент нелинейности устройства. Для печатных устройств это значение лежит в диапазоне $1 < \text{гамма-функция} < 2$, а для излучающих приборов и мониторов гамма-функция более $2.0 \dots 2.8$. Многие производители измерительных комплексов и систем управления цветом рекомендуют для дисплея принимать значение коэффициента нелинейности равным 1.8. Эта величина чисто исторически берется из значения коэффициента нелинейности лазерного принтера. На практике показатель гаммы может иметь и другие значения.

Опыт работы авторов с листовой и рулонной офсетной печатью на мелованных бумагах с глянцевым и матовым покрытиями показывает, что оптимальное значение гамма-функции для дисплея, используемого в допечатных процессах, находится в интервале $1.6 \dots 1.8$. Однако при линейризации может быть получено и другое значение, которое будет в итоге определяться моделью дисплея, свойствами излучающих элементов, печатным процессом и условиями внешнего окружающего освещения.

Забегая немного вперед, приведу один простой, но очень хорошо себя зарекомендовавший метод проверки настройки гамма-функции, предложенный Дэвидом Ксенакисом и Шерри Лондон. Эту процедуру необходимо делать только после выполнения всех операций по настройке дисплея, а именно линеаризации, калибровки, профилирования.

Авторы данного метода предлагают в программе подготовки изображений (например, Adobe PhotoShop) в цветовом калькуляторе для значений СМΥК в полях ввода установить следующие значения $C=0\%$, $M=0\%$, $Y=0\%$, $K=50\%$, а затем проконтролировать численные значения величин R, G, B. Если цветовые значения R, G, B соответствуют 127, 127, 127, то монитор правильно отображает 50%-й серый цвет. В ином случае, меняя величину гамма-функции с шагом 0.02 (уменьшая или увеличивая), можно скорректировать работу монитора по каналам R, G, B для «истинного» отображения серого цвета. Каким образом это происходит, авторы не раскрывают, но упоминают об изменении поправочных коэффициентов при загрузке LUT-таблицы.

Между тем здесь необходимо сделать одно замечание. Надо иметь в виду, что когда мы приводим значение гамма-функции для дисплея, то речь идет об обобщенном значении этого коэффициента. Строго говоря, для дисплеев необходимо определять отдельное значение гамма-функции по каждому каналу: R (Red), G (Green), B (Blue).

Таким образом, связывая все три параметра: яркость, гамма-функцию, контрастность — мы получаем индивидуальную характеристику дисплея. В связи с тем что методы получения характеристики монитора постоянно совершенствуются и объединяются как методически, так и технически с технологиями калибровки монитора, то очень трудно провести четкую грань между этими процессами. Как бы то ни было, но, получая характеристику монитора (линеаризуя устройство), мы подготавливаем устройство к следующему и не менее важному этапу, а именно к процессу калибровки.

Методы калибровки дисплея

Сегодня очень трудно разделить на составные части процесс настройки монитора и определить, где кончается процесс линеаризации устройства, а где начинается процесс калибровки. Оба эти процесса объединены во времени, используют порой один и тот же измерительный прибор, и заканчиваются всегда созданием профиля монитора. Однако необходимо понимать, что это не одно и то же — это два разных процесса по своим целям и назначениям. У них есть принципиальные различия, о которых необходимо знать для обеспечения нормализованных условий восприятия цвета и тоновой информации на экране дисплея. И не очень принципиально, какой монитор — ЭЛТ — или LCD — дисплей используется в допечатных процессах.

Вот на этом мы остановимся более подробно.

Когда специалист выполняет линеаризацию устройства, то он проводит большое количество измерений. В результате он получает «цифровую карту», показывающую, как монитор реагирует на изменение управляющих параметров (например, ток электронов, напряжение). В ходе испытательной процедуры определяются механизм и связь параметров цвета и тоновой градации с управляющими сигналами на входе в ЦАП, то есть вырабатываются алфавит и «язык» для адекватного взаимодействия. Данный механизм в дальнейшем будет использоваться процессом калибровки при подготовке монитора к работе, которая определяется технологией и процессами, представляемыми им визуально на экране.

Цель, которую преследует этот процесс, заключается в том, чтобы как можно точнее показать цветную информацию для конкретного процесса, им воспроизводимого. В качестве процессов могут выступать и печать, и компьютерная игра, и просмотр DVD-фильма. Условия восприятия информации для каждого из них свои, и они очень сильно разнятся и отличаются друг от друга.

Если остановиться только на процессе печати, то он также зависит от огромного

количества факторов, связанных с технологиями печати и репродуцирования. Из всех факторов, которые необходимо учитывать при имитации на мониторе изображения под печать, можно выделить следующие: способ печати (офсетный, высокий, флексографский, трафаретный), тип печатной машины (листовая, рулонная), вид запечатываемого материала (бумага, картон, ткань, пластик и т.д.) и покрытия (мелованная, матовая, без покрытия), печать «по сухому» или «по сырому» (1-, 2-, 4-красочная печать), с сушкой или без, сумму относительных площадей печатных элементов в светах и тенях (суммарная краска), а также ожидаемое растискивание и многие другие.

Как видим, факторов предостаточно (и это далеко еще не полный перечень), поэтому калибровка монитора под печать на листовой машине (мелованная, матовая бумага) отличается от калибровки под рулонную печать (мелованная, матовая бумага) и значительно отличается от настройки дисплея под печать на газетной бумаге или другом сильно впитывающем краску материале. Если учесть еще то обстоятельство, что технология и каждый из способов печати очень нестабильные процессы, то тогда потребность в калибровке и ее периодичность по частоте выполнения только возрастают и усиливаются.

Хотя давать советы — вещь неблагодарная и не входит в правила авторов, все же рискнем.

Выбирать типографию нужно предельно скрупулезно и осмотрительно, наблюдая за ее работой и выпускаемой ею продукцией в течение продолжительного времени. Здесь любая информация: техническая, технологическая, экономическая, о квалификации технологов и печатников и другая должна тщательно собираться, проверяться и анализироваться перед принятием решения о возможности размещения в ней заказа. Ценовой критерий при выборе типографии — крайне рискованный подход, так как он может стать причиной срыва заказа и брака печатной продукции. Осознанный выбор типографии и последующее долговремен-

ное сотрудничество с ней в дальнейшем станут основой и необходимыми предпосылками того, что вы сможете организовать калибровочный процесс для всех дисплеев надлежащим образом.

К мониторам, которые используются в допечатных процессах, всегда предъявлялись повышенные требования. Они должны быть стабильными в работе и максимально близко показывать цвет и тоновые градации при имитации процесса печати. Поэтому вопрос, калибровать монитор или не калибровать, не обсуждается — их необходимо калибровать всегда.

Вопрос заключается в том, **какими средствами и с помощью каких методов лучше осуществить эту операцию.** На сегодняшний день существует большое количество готовых решений, включающих как аппаратное, так и программное обеспечение. Подробный их обзор выходит за рамки этого издания.

Перечислим только основных производителей — это Barco (Personal Calibrator PCD 421), GretagMacbeth (EyeOne monitor), QUATOGRAPHIC (color bug, sigma), Color Vision (OptiCal, Monitor Spyder), X-Rite (Monitor Optimizer, Colortron II), baslCColor (baslCColor display¹¹) и др. При визуальной калибровке можно воспользоваться программными средствами — Adobe Gamma для Windows и ColorSync Calibrator для Macintosh. Как видно из приведенного списка, выбор богатый и разнообразный. Несмотря на большое разнообразие предлагаемых решений, лучшими считаются аппаратные решения, например Barco (Personal Calibrator PCD 421), который обеспечивает дельта $E=0.1$ в центре и около 2 единиц на периферии при цветовой температуре 5000 K.

Как правило, все аппаратные решения обеспечивают минимальные цветовые различия и точное совпадение заданной и полученной цветовой температуры при яркости порядка 80 кд/м^2 (отклонение не более 2 кд/м^2).

Программно-аппаратные решения более доступны по цене (300–1000 долл.), но ме-

нее точны, так как не всегда могут обеспечить точное совпадение заданных величин (гамма-функция, цветовая температура, яркость) и полученных значений после калибровки. Главное их преимущество — это мобильность и совместимость с различными операционными системами. Основным их недостатком считается то, что имеются расхождения по цветовой температуре в пределах от 30 до 500 К (для каждого производителя свое) по заданным и полученным значениям. Поэтому при выборе устройства из программно-аппаратного класса необходимо обращать внимание, прежде всего, на этот параметр.

Процесс калибровки подразумевает **настройку параметров дисплея в соответствии с определенными отраслевыми требованиями и характеристиками** по цветовому балансу, тоновой градации, цвету.

При этом принимаются следующие допущения:

- колориметрические свойства дисплея стабильны во времени;
- дисплей обладает однородными колориметрическими параметрами по площади экрана;
- в каждом пикселе экрана существует независимость одного канала от других;
- цветность люминофоров (фильтров, излучающих пленок) постоянна.

Хотя на самом деле это далеко от истины, мы вынуждены принимать данные до-

пущения, иначе процесс калибровки должен был бы носить перманентный характер. Приближение колориметрических свойств дисплея к указанным выше допущениям характеризует его качество и в большой степени определяется его ценой.

Процесс калибровки монитора предполагает то, что ищется компромисс между корректированием и уточнением точки белого с помощью управления светимостью светоизлучающих элементов (люминофоров) при заданном значении цветовой температуры и обеспечением желаемой яркости экрана и светлотой запечатываемого материала. Значения цветности люминофоров должны обеспечивать яркость экрана, а также баланс воспроизводимого серого цвета. Корректирование значений цветности (x, y) должно быть согласовано с печатным процессом (листовая печать, рулонная печать), запечатываемым материалом (бумага), полиграфическими красками и их взаимным влиянием друг на друга.

Как правило, методы калибровки, которые для этого используются, могут быть следующими:

- аппаратные;
- аппаратно-программные;
- программные.

Работу с каждым из предлагаемых методов необходимо завершать созданием профиля устройства, который будет включать в себя таблицу поправочных коэффициентов гамма-функции по каждому RGB каналу, спек-



Рис. 28. Методы регулирования точки белого на экране монитора.

тральные характеристики R, G, B-люминофоров и параметры белой точки — цветовую температуру и координаты цветности x , y .

При проведении тестов предлагаемых решений калибровки монитора всегда уделяют большое внимание цветовой температуре, так как это один из основных факторов, влияющий на восприятие многоцветной информации на экране монитора. Цветовая температура характеризуется точку белого, она нормирована стандартами и регламентирована по всем стадиям прохождения информации в допечатных и печатных процессах. Методы, которые позволяют ее регулировать, показаны на рис. 28.

Картина была бы неполной, если не упомянуть о необходимости проведения цветового согласования характеристик устройств, участвующих в процессе репродуцирования, а именно:

- устройства ввода информации (сканер, цифровая камера);
- устройства отображения (дисплей);
- устройства печати (печатная машина).

Согласование производится на системном уровне операционной системы, которая установлена в управляющем компьютере. для каждого устройства и процесса в результате колориметрических испытаний (тест-объект, колориметрический прибор, программное обеспечение) определяют цветовую характеристику в виде профиля устройства (файл в стандарте ICC).

Подключение и использование их системами управления цветом (CMS — Color Management System) вместе с методами цветового согласования (CMM — Color Management Module) создает предпосылки для адекватного преобразования RGB — CMYK через промежуточное преобразование в CIE $L^*a^*b^*$ и естественно-го цветовоспроизведения в цикле оригинал — оттиск. На сегодняшний день эта технология — главный стабилизирующий фактор всего процесса репродуцирования при условии соблюдения всех полиграфических стандартов. Все вышесказанное в той

или иной степени применимо к дисплеям технологий LCD, OLED, LEP. Так как основные цветообразующие принципы у них в главном схожи — это самосветящиеся и/или излучающие приборы, которые в основном используют аддитивную цветовую модель.

Применение метода согласования CMM и системы управления цветом CMS необходимо совмещать с проверкой качества отображения дисплея, используя для этого специальные тест-объекты, печатные образцы и визуальные их образы, например, в программе обработки изображений — Adobe Photoshop.

Этот процесс имеет итерационный характер, и он связан также с предыдущей стадией — линеаризацией. По времени эта операция очень длительная, требующая использования специальных колориметрических приборов, средств и профессионально подготовленного персонала.

Необходимо при этом заметить, что исключение всевозможных программных конфликтов гарантировано при использовании только одного из предлагаемых методов калибровки, а также при применении колориметрических приборов от одного производителя. При наличии в допечатном процессе нескольких дисплеев их калибровкой должен заниматься один квалифицированный специалист, и тем самым будет обеспечиваться постоянство вносимых расхождений и цветовых отличий.

Каждый из методов калибровки обладает рядом достоинств и недостатков, наличием сильных и слабых сторон, которые лучше изучать по руководствам для пользователей для конкретного способа или метода.

Простые правила

Разница между чем-то хорошим и очень хорошим всегда ощутима, но неуловима и, тем более, необъяснима. Переход от чего-то хорошего к еще более чем-то лучшему есть тонкая грань, которая называется искусством. Складывается это понятие из сложного сплетения профессионализма и мастерства специалистов и подкрепляется талантом.

Что дано одним специалистам, того не дано другим. Вместе с тем соблюдение обычных правил и использование стандартов (отраслевых, национальных, международных) позволяет получить результат достойного качества в профессиональной деятельности.

Все выше сказанное в полной мере относится к полиграфии. Более того, соблюдение простых правил, которые регламентируют условия наблюдения, параметры внешнего окружения и освещения, использование нормированных источников света и точно откалиброванных под печатный

процесс мониторов, помогают специалистам, работающим в допечатных процессах, получить достойную по качеству репродукцию на печатном оттиске. Эти простые «мелочи» позволяют контролировать условия восприятия цвета и создать естественную среду для восприятия цветовой информации человеческим глазом-мозгом. Он — самый главный арбитр и главный оценщик, который непосредственным и естественным образом принимает цветовую информацию или отвергает ее. Другого просто не дано.



Глава 7

ЦВЕТНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ОРИГИНАЛЕ И ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ОТТИСКЕ

Искусство всегда известная идеализация;
идеал всегда отличен от реальности,
но идеализация —
необходимая предпосылка понимания.

Вернер Гейзенберг

Проблема цвета при его синтезе в технических системах

На практике идеального соответствия цветного изображения на оригинале оттиску, которого нам — и не только нам — хотелось бы достичь, не бывает. Есть желание, есть калибровки, есть программы управления цветом, есть цветопробы и пробная печать, а желанного соответствия нет.

Легкость получения и изменения цвета на экране монитора стимулирует такое желание и зарождает надежду, что до полного соответствия осталось немного. Надо только аккуратнее работать, лучше и чаще калибровать, стабилизировать все полиграфические процессы, совместить профили, — и все у нас получится. Однако получается, как всегда в жизни: есть только приближение к желаемому, но полного соответствия нет.

Конечно, если не считать результата счастливого случая.

Как правило, соответствия нет и быть не может! Потому что, когда мы наблюдаем разницу между изображениями на оригина-

ле, на экране монитора издательской системы и на печатном оттиске, то имеем дело в конечном итоге с фундаментальными проблемами.

Цвета, создаваемые компьютером, базируются на принципах непосредственного восприятия глазом спектра излучения видимого света в природе. Восприятие можно рассматривать как раздражение, которое вызывает воздействие сочетания трех зон спектра излучения — зеленой, красной и синей. Максимальное и одинаковое излучение в трех зонах спектра глазом видится как белый цвет, а все одинаковые, но менее интенсивные излучения в этих зонах воспринимаются глазом как градации серого. Полное отсутствие излучения или наличие излучения ниже ощущаемой в данных условиях чувствительности глаза воспринимается как черное.

Цвета, создаваемые на непрозрачном оригинале и оттиске, базируются на принципах поглощения пигментами или красителями одной из трех зон (зеленая, красная и синяя) спектра видимого света, который отражается от фотобумаги (подложки оригинала) и бумаги (подложки оригинала или оттиска). Если



Рис. 29. Слои трех прозрачных красок на белой подложке

поглощается зеленая зона, мы воспринимаем на оттиске пурпурный цвет, если синяя — желтый, а если красная — голубой (рис. 29). Если поглощение неполное, но одинаковое в трех зонах спектра, то на оттиске мы воспринимаем серый цвет, если полное (все три краски присутствуют в этой части оттиска в максимальном количестве) — то черный. Если нет красок и бумага белая, — то белый цвет или цвет бумаги.

Однако есть еще одна особенность реальных печатных красок, в частности, триады (пурпурной, желтой и голубой), которая делает проблему соответствия оригинала и оттиска реально неразрешимой на практике. Печатные триадные краски, как и все реальные печатные краски, не только неполно поглощают одну зону спектра, но и частично поглощают излучение соседних зон (рис. 30). Это проявляется в получении не серого или черного, а коричневатого оттенка на оттиске в той его части, где количество трех красок триады одинаковое.

Необходимо отметить, что в предыдущих нескольких абзацах были обозначены основные причины фундаментальных проблем, из-за которых полное соответствие цвета на экране монитора и на оттиске становится недостижимым.

Об этих причинах уже говорилось во второй главе данной книги, но все же коротко напомним их:

- разная природа синтеза цвета в природе (цвет неба, воды, растений, птиц, насекомых, заката Солнца) и в искус-

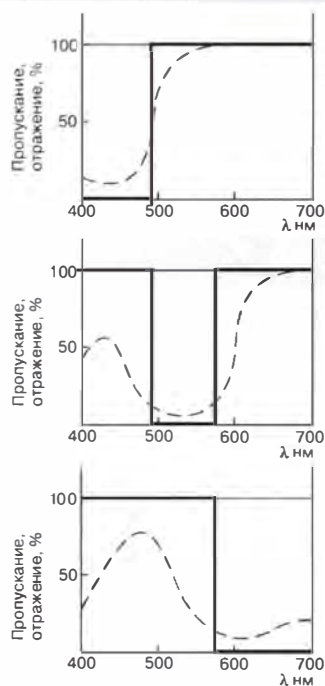


Рис. 30. Спектральные кривые оптимальных пропусканий (отражений) – сплошные линии, излучения, отражаемые реальными печатными красками (голубой, пурпурной и желтой) – пунктирные линии

ственных системах (цвет на печатном оттиске, на мониторе, на фотографии, на слайде, на рисунке);

- субъективность восприятия цвета. Для человека существование цвета обусловлено способностями человеческого глаза и мозга воспринимать часть спектра излучения в интервале 380–760 нанометра как видимый свет и особенностями воспитания, профессии, национальности, опыта;
- особенности реальных пигментов, красителей и люминофоров, используемых человеком для создания цвета в искусственных технических системах.

Далее обсудим некоторые проблемы, встречающиеся в процессе воспроизведения цвета на полиграфическом оттиске, а также рассмотрим некоторые наиболее полезные инструменты, разработанные для управления различными «языками» цвета. Наша цель будет достигнута, если в резуль-

тате можно будет с удовлетворением взглянуть на окончательный напечатанный вариант изображений в своем проекте.

Этапы преобразования цветных изображений в полиграфии

Качество любого издания во многом зависит от используемых оригиналов.

Цветные оригиналы — это плоские цветные изображения (фотографии, рисунки, слайды, графика, в том числе и компьютерная). Цветные изображения в качестве иллюстраций играют особую роль в структуре любого издания, особенно в изданиях, несущих кроме информационной и эстетической также и эмоциональную нагрузку, например в рекламных и политических изданиях.

Процесс цветного репродуцирования в полиграфии состоит из трех стадий:

- *считывание* с оригинала информации о цвете каждого микроэлемента изображения и ее представление в виде трех величин, соответствующих пропускаемым (отражаемым) световым потокам в трех зонах видимого спектра — красной, зеленой и синей. Эта стадия называется аналитической (на сегодняшнем этапе развития технологии — оцифровывание изображения);

- *преобразование* изображения в форму, пригодную для последующего воспроизведения на оттиске при печати. Эта стадия включает в себя преобразование цветовых пространств (из RGB в CMYK или иную модель цветового пространства), отображение цветового пространства оригинала в пространство оттиска с градационным и цветовым преобразованием, обеспечивающим психологически точное воспроизведение цвета. Эта стадия носит название градационной и цветовой коррекции и преобразования изображения. К ней относят и регистрацию (запись) выделенных составляющих — цветоделенных изображений. Запись производится на фотографическом материале, на магнитных носителях, на формных пластинах или на формных цилиндрах (в глубокой печати, при цифровой печати, в DI-технологии). Сюда же относятся необ-

ходимые технологические преобразования: растривание, коррекция нелинейности устройства записи и т.д. Эта стадия носит название переходной, или стадии изготовления печатных форм;

- *собственно воспроизведение изображения* на материальном носителе (бумаге, пластике и пр.) и получение полиграфического оттиска (репродукции). На этой стадии производятся печать, наложение и совмещение красочных цветоделенных изображений, окрашенных в соответствующие цвета, и формирование цветного изображения на оттиске. Эта стадия называется синтезом цветного изображения на оттиске — это и есть собственно печать тиража издания.

Законы синтеза цвета

Цветовоспроизведение в полиграфии основано на общих принципах синтеза цвета.

Если на человеческий глаз действует смесь излучений, то реакции рецепторов на каждое из них складываются. Смешение окрашенных световых потоков дает поток нового цвета. Смесь красок также имеет иной цвет. Такой эффект получения нового цвета получил название «синтез цвета».

Законы синтеза цвета, которые сформулировал Г.Грассман в 1853 году, являются базой научной теории о синтезе цвета. Эти три закона определены как:

- *закон трехмерности*: любой цвет однозначно выражается тремя цветами, если они линейно независимы (линейная независимость заключается в том, что нельзя получить никакой из указанных трех цветов сложением двух остальных);

- *закон непрерывности*: при непрерывном изменении излучения цвет изменяется также непрерывно (не существует такого цвета, к которому невозможно было бы подобрать бесконечно близкий);

- *закон аддитивности*: цвет смеси излучений зависит только от их цветов, но не от их спектрального состава.

Все три закона наглядно проявляются в процессе синтеза цветных полутоновых (растровых) изображений на оттиске.

Как было отмечено, трехкомпонентная теория зрения является теоретической базой цветного синтеза при многокрасочном репродуцировании цветных оригиналов средствами полиграфической технологии, где используют триаду цветных красок — желтую, пурпурную и голубую. Применение четвертой краски не противоречит принципу трехкрасочного воспроизведения цветов, так как черную краску теоретически и практически можно рассматривать как смесь трех цветных красок. Черная краска одновременно заменяет три цветные и вместе с тем увеличивает общее количество красок, наносимое за один прогон в печатной машине, расширяя цветовой охват оттиска.

Точность воспроизведения оригинала на печатном оттиске

Еще раз хотим обратить ваше внимание на то, что цель полиграфического репродуцирования состоит в возможно более точном приближении по воспроизведению изображения оригинала на оттиске.

К сожалению, мы вынуждены снова отметить, что полностью идентичное воспроизведение полутоновых, в особенности цветных, изображений оригинала на оттиске практически недостижимо.

В наиболее распространенном случае, когда оригинал представляет собой фотографическое полутоновое изображение на фотопленке (слайд), идентичное его воспроизведение на оттиске невозможно по следующим причинам, имеющим фундаментальный характер:

- полиграфический оттиск изготавливается на иной подложке, нежели оригинал. Оттиск печатают, как правило, на бумаге, а оригинал может быть изготовлен на фотобумаге, фотопленке или на бумаге для рисования. Вследствие этого на свободных от красящего вещества участках изображения появляются различия в белизне, глянце-ности и гладкости (шероховатости) поверхности подложки;

- полиграфический оттиск изготавливается с использованием различных видов

печатных красок. Изготовление оригинала имеет свои технологические и технические особенности с применением различных материалов. Например, изготовление фотоизображения и рисованного оригинала — это разные технологии, а следовательно, и разные материалы. Спектральные характеристики печатных красок, фотоматериалов и художественных красок разные. Следовательно, и цветовой охват разный, и визуально они будут восприниматься по-разному при смене освещения;

- полиграфический оттиск всегда имеет растровую структуру, в то время как оригинал имеет, как правило, непрерывную структуру полутона и контура. Следует, однако, заметить, что растровая структура не всегда сказывается отрицательно на точности воспроизведения тона и цвета, но существенно влияет на передачу тонких линий контуров и мелких деталей полутонового изображения;

- иллюстрация на оттиске обычно имеет другой масштаб, нежели оригинал. Изменение масштаба влечет за собой соответствующие изменения в восприятии светлоты и насыщенности цвета. Это можно компенсировать только опытным путем, меняя градационную кривую репродуцирования. Однако точные закономерности такой компенсации при полиграфическом воспроизведении изображения мало изучены;

- полиграфический оттиск, как правило, изготавливается на бумаге и картоне. Слайды изготавливают на прозрачной пленке, цифровые изображения вообще не имеют материального носителя в привычном для полиграфистов понимании, так как они имеют электронную форму или битовое представление на электронном носителе, например на карте памяти или жестком диске. Восприятие изображения оригинала проводится в проходящем свете или создается за счет излучений, а оттиска — в отраженном свете. Разные виды освещения, понятно, оказывают влияние на точность оценки оттиска при сравнении с оригиналом;

- интервал оптической плотности полиграфического оттиска меньше по срав-

нению с интервалом оптической плотности изображения оригинала. Интервал оптической плотности ($D_{\max}-D_{\min}$) слайда редко бывает ниже 2,50 D. Фотографии характеризуются интервалом, в большинстве случаев не более 2,50 D. Интервал оттиска не превышает 1,95–2,0 D.

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

Точность воспроизведения цвета на оттиске

Для цветных изображений советский ученый Н.Д. Ньюберг (в работе «Теория цветопередачи», приложение в книге: А. Клейн. Цветная кинематография: Госкиноиздат, 1939. Стр. 290 — 295) предложил использовать три уровня точности воспроизведения цвета на 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.

Физиологическая точность воспроизведения цвета на оттиске, или, согласно позже принятой терминологии, *колориметрическая точность* — это когда цвета, созданные красителями с разными спектральными характеристиками, визуально воспринимаются одинаково при постоянной спектральной характеристике освещения. При изменении спектральной характеристики освещения цвета становятся визуально различимыми. Здесь следует обратить внимание на то, что физиологическая точность возможна только при условии, что цветовой охват изображения оригинала не выходит за пределы цветового охвата применяемых при печатании оттиска красок и бумаги. Так как изображение оригинала и оттиска оценивают в одинаковых условиях освещения, то соответствие воз-

можно при условии полного перекрывания цветового охвата оригинала охватом оттиска. В случае, когда цветовой охват оригинала выходит за пределы цветового охвата бумаги и печатных красок (частичное перекрывание), 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 примерах. Возьмем цветное изображение, напечатанное на белой бумаге офсетным способом. На изображении есть большие незапечатанные участки бумаги и участки, запечатанные насыщенными красками, например красные помидоры, зеленая трава, голубое небо. Это изображение можно рассматривать в самых различных условиях: при солнечном дневном освещении, вечером при освещении лампы накаливания, керосиновой лампы, свечей или луны. Общеизвестно, что солнечный свет — белый, лампы накаливания — желтый, свечей — оранжевый, луны — металлический голубой.

При всех видах освещения белые поля бумаги остаются для глаза белыми, помидоры — красными, трава — зеленой, небо — голубым. Хотя все понимают, что на самом деле по спектру это не так. Мозг вносит свои коррективы в соответствии с жизненным опытом. Только при лунном свете изображение будет намного контрастнее и иметь металлический оттенок. Человек — дневное существо, и особенности нашего ночного зрения не может скорректировать даже мозг. Общеизвестно, что ночью все спелые помидоры и небелые кошки — серые или черные.

Вот таковы рамки психологической точности воспроизведения цвета на полиграфическом оттиске.

Спектральные характеристики цвета изображения оригинала и полиграфического оттиска могут быть разными. Даже если некоторые оттенки цвета на оттиске отсутствуют, мозг все равно внесет соответствующие изменения в восприятие при

условии, что сохранены соотношения (цветовой и светлотный контраст) или пропорции между отдельными оттенками цвета.

Среди нас живут около 6% дальтоники, но многие из них даже не подозревают, что не различают цветовой контраст между некоторыми оттенками цвета. Для них цветные изображения — такие же цветные, как и для всех остальных. И если снова вернуться к оценке изображения на оттиске, то следует заметить, что психологической точности воспроизведения цветного изображения на полиграфическом оттиске вполне достаточно.

Необходимо также учесть, что очень редко оттиск и оригинал рассматривают вместе и/или сравнивают между собой. Сравнение оттиска с оригиналом, как правило, происходит на бессознательном уровне. Поэтому самые большие сложности возникают с памятными цветами, например такими, как цвет лимона, апельсина, сирени, неба, травы, особенно же с телесными цветами и серыми полутонами. Для них любой посторонний цветной оттенок резко замечен и психологически неприемлем. Поэтому очень неприятно, когда лицо на оттиске имеет синий или явно выраженный зеленый оттенок.

Промежуточные итоги

В полиграфии *психологическая точность воспроизведения цвета на оттиске* является определяющей и решающей при визуальной оценке качества цветного изображения оттиска как при наличии, так и при отсутствии оригинала.

Следовательно, *психологически точное воспроизведение цветного изображения оригинала на оттиске можно считать необходимым и достаточным условием, предъявляемым к печатной продукции.*

И, как завершение наших рассуждений, выделим основную задачу, которую решают полиграфические технологии — *высококачественная печать цветных изображений, максимально приближенных по воспроизведению цвета к оригиналу.*

Совершенству нет предела, особенно когда речь идет о предмете, связанном с восприятием цвета.

Критерии достаточной мощности системы, применяемой для обработки оригиналов при подготовке издания к печати

При создании цифровых изображений для репродуцирования полиграфическими средствами неизменно возникает вопрос: каковы критерии достаточной эффективности и мощности используемой компьютерной издательской системы?

Если система недостаточно мощна с точки зрения аппаратных средств или программного обеспечения, то производительность и доходы могут уменьшаться даже при росте затрат на персонал и издержек, связанных с производством.

Однако не делает чести предприятию и избыточная мощность системы, намного превышающая типичные потребности проводимых работ по подготовке и печатанию издания, особенно если эксплуатирующий систему персонал недостаточно обучен или квалифицирован, чтобы максимально использовать ее потенциал в своей ежедневной работе.

Решать вопрос о том, какое оборудование и программное обеспечение будут адекватны технологическим требованиям, выдвигаемым процессом создания, обработки изображений, подготовки издания, его печати и послепечатной обработки необходимо с учетом следующих факторов:

- тип создаваемых и обрабатываемых изображений;
- технологии растрования и объемов цветоделения;
- типичные объемы работ (текст, иллюстрации, тиражи);
- типичные размеры иллюстраций, в которые превращаются изображения в издании;
- тип печатного оборудования и материалов (бумаги, краски и пр.), необходимых для подготовки и печати издания;

- тип послепечатного оборудования и материалов (картон, краски, фольга, клей и пр.), необходимых для финишной обработки издания.

Далее рассмотрим вкратце, как каждый из этих факторов влияет на структуру идеальной полиграфической системы.

Технология растривания и объемы цветоделения

Цветоделение — использование нескольких печатных красок обычно четырех цветов на печатной машине для синтеза намного большего количества реальных цветов на полиграфическом оттиске — это реальная жизнь, потому что в процессе печати не могут непосредственно воспроизводиться миллионы цветов, содержащихся в цифровом изображении, отдельными печатными красками. Однако не во всех системах цветоделения используется одинаковая методика. При использовании стандартной системы СМУК, в которой производятся четыре цветоделенные печатные формы на изображение, размеры графических файлов могут и не быть столь велики. Однако в технологии, называемой Hi-Fi color (гексахром, цвет высокой верности), для улучшения насыщенности цвета используются пять, шесть, семь или более цветоделенных печатных форм. Этот подход приобретает все большую популярность на рынке печатной продукции, содержащей цветные иллюстрации высокого качества и в допечатной подготовке изображений к печати. При цветоделении в технологии Hi-Fi color генерируются, как правило, большие файлы изображений по сравнению с технологией СМУК.

Другой фактор в цветоделении, влияющий на размеры файлов, — это технология **растривания**, используемая для моделирования разнообразия цветов на полиграфическом оттиске. Стандартное цифровое полутоновое растривание связано с проблемой совмещения (приводки) однокрасочных изображений на оттиске в печатной машине. Поэтому были разработаны различные варианты растривания в зависи-

мости от линиатуры растровой структуры и формы растровой точки, включая и *стохастическое растривание*.

Однако есть принципы, которые нельзя обойти. Один из них гласит: *независимо от метода растривания неточное совмещение красок при печати всегда приводит к «мягкой», нечеткой, размытой печати и к нарушению цветовых оттенков на полиграфических оттисках*.

Типичные объемы работ

Если ежедневно приходится обрабатывать большое количество изображений оригиналов при подготовке изданий к печати, то собственные устройства ввода и вывода — сканеры, цветные принтеры, системы печати цветопробы или пробных оттисков, имиджсеттеры или плейтсеттеры — становятся более экономичным решением, чем использование услуг репроцентров и дизайн-бюро.

Но если объемы работ невелики и носят нерегулярный характер, то стоимость оборудования может и не окупиться. Незагруженность печатного оборудования всегда невыгодна, особенно если это оборудование высокого класса.

Типичные размеры иллюстраций, в которые превращаются изображения в издании

Размеры могут быть абсолютно разными. Вместе с тем размеры отпечатанных изображений, разрешающая способность устройства вывода и используемая для вывода технология растривания — все эти факторы в совокупности определяют соответствующий размер файла изображения и тем самым определяют мощность допечатной системы — компьютерного издательского комплекса. Чем больше ожидаемые размеры иллюстраций, тем больше файлы приходится обрабатывать. А это связано с необходимостью использования более мощных систем репродукции. Однако выбирать параметры системы ввода и обработки цифровых изображений следует, основываясь на размерах типичных иллюс-

траций, а не случайного монстра — плаката, заказанного одновременно.

Конечно, любая система требует калибровок соответствующего уровня. Более мощные системы требуют более точных и частых калибровок, причем не только ради работы отдельных звеньев системы, но и для введения системного управления цветом.

Калибровка звеньев системы, используемой для репродукции изображения в полиграфии

Калибровка — это процесс обеспечения непротиворечивого представления цвета всеми звеньями системы в производственном цикле при подготовке оригиналов издания к тиражированию полиграфическими средствами.

Калибровка может быть обеспечена программными или аппаратными средствами или их совокупностью.

Если во всех изданиях используются идентичные параметры печати (например, при сотрудничестве только с одним ежемесячным журналом), изображения всегда выводятся с помощью одной системы печати цветопробы или пробных оттисков и одного имиджсеттера, а печать всегда производится на одной печатной машине, то верность цвета можно обеспечить с помощью базовых программных утилит калибровки. Для этого необходимо периодически корректировать дрейф величин отдельных базовых параметров или всей системы подготовки и печати издания в целом.

Для дорогостоящих многокрасочных цветных изданий, где согласование цвета критически важно для всех пользователей, с которыми приходится иметь дело, лучше использовать аппаратные и программные средства калибровки перед работой над каждым конкретным проектом.

Системы управления цветом

Если калибровка гарантирует цветовую совместимость между звеньями единой сис-

темы, то сфера использования управления цветом более широка. Она включает в себя стандартизированное определение цветовых характеристик любого устройства, что позволяет согласованно переносить цвет с любого устройства произвольной системы на любое другое устройство.

Очень часто возникает вопрос о реальной потребности в программном обеспечении системы управления цветом. Оно не понадобится, если изображения получают всегда из одного источника, обрабатывают на одном мониторе и выводят на одно устройство, а также регулярно вручную калибруют каждое устройство ввода и вывода.

Система управления цветом необходима, когда:

- исходные изображения получают на нескольких устройствах ввода изображения или от многих дизайнеров, клиентов, посредников или продавцов, которые вводят их, используя неподконтрольные методы и технологии;
- изображения обрабатывают на нескольких мониторах разных изготовителей;
- издания разнотипны, печатные формы изготавливаются по разным технологиям и на разном оборудовании, а печать тиража проводят на нескольких типах печатных машин или печатают на разных типах бумаги разными триадами красок.

Система управления цветом не является панацеей для решения проблем допечатной подготовки оригиналов издания к печати. Прежде всего при печати большинства изображений следует подчеркивать их информационное содержание, а не бездумно добиваться совпадения входного и выходного цветов.

Однако когда в производственном процессе участвуют много людей и устройств, система управления цветом может оказаться полезной и экономически очень выгодной.

Как предугадать, каков будет цвет на полиграфическом оттиске?

Эта тема очень сложна и вряд ли разрешима, но все-таки имеет смысл обсудить ее. К сожалению, все усложняют практики, которые пытаются представить проблему проще, чем она есть на самом деле. Эти люди говорят, что нужно калибровать все устройства и тогда проблемы с цветом на оттиске исчезнут, как по мановению волшебной палочки.

Истина же такова: *калибровка полезна, но это не единственное решение от всех бед и проблем.*

Несовершенные средства калибровки не могут заменить профессиональных навыков и куда в большей степени вызывают проблемы, нежели устраняют их. Эти средства могут лишь помочь людям, не знакомым с тонкостями цветопередачи в полиграфии. Для таких людей выигрыш от калибровки может перевесить неизбежную потерю производительности системы. Тем не менее калибровка зачастую приводит к снижению скорости работы, непредсказуемым фатальным сбоям в системе, к созданию условий для появления грубых ошибок и другим побочным эффектам.

Следует также обратить особое внимание на тот факт, что между понятиями «калибровка» и «повторяемость» существует колоссальное различие. Все по умолчанию принимают, что результат печати на следующей неделе будет точно таким же, как сегодня, если печать будет произведена на одной и той же машине с использованием такой же бумаги и красок.

К сожалению, определенные этапы производственного процесса изначально непредсказуемы и очень изменчивы.

Тип создаваемых и обрабатываемых изображений и типы печатного оборудования и материалов, необходимых для подготовки и печати издания

Планируя тип издания, необходимо четко представлять, для какой аудитории оно предназначено, каковы ее финансовые возможности, какие издания будут представ-

лять для нее интерес, а также в какой издательской среде вы собираетесь работать. Приступая к созданию высококачественной рекламы для журналов с глянцевыми обложками, вы привлечете внимание аудитории только в случае использования наиболее совершенных барабанных сканеров, самых быстродействующих компьютерных систем с большим объемом оперативной памяти, средств хранения большого объема для обработки многомегабайтовых графических файлов и передачи этой информации по Сети, а также последних достижений в технологии обработки и корректирования цвета. Для печатания этих престижных изданий необходимо иметь высококлассное печатное оборудование, основные и вспомогательные материалы.

Например, при выпуске ежедневных, еженедельных или ежемесячных газет, журналов или каталогов можно использовать сканеры более низкого класса, но необходимо иметь быстродействующую модемную связь, выделенные каналы цифровой связи и надежную резервную память для долгосрочного архивирования файлов издания на серверах и других устройствах. Для печатания необходимы скоростные рулонные машины и соответствующие мощности и материалы.

Но если ваша типичная продукция — случайные рекламные объявления или рассылаемые по почте рекламные листки для мелких местных бизнесменов, то не следует предъявлять столь серьезные требования к устройствам ввода-вывода, печатным и послепечатным машинам и материалам.

Мощностью применяемой системы и качеством используемых материалов во многом определяется точность воспроизведения изображений на оттисках.

Классифицируя по качеству печати и точности воспроизведения цвета на оттисках «сверху вниз», приведем семь различных конфигураций офсетных печатных машин и типов бумаги:

- листовая офсетная печатная машина/мелованная бумага;
- листовая офсетная печатная машина/немелованная бумага;

- рулонная офсетная печатная машина/мелованная бумага;
- рулонная офсетная печатная машина/немелованная бумага;
- газетная офсетная печатная машина/мелованная бумага;
- газетная офсетная печатная машина/немелованная бумага;
- газетная офсетная печатная машина/газетная бумага.

Конечно, сочетаний может быть больше, даже только для способа офсетной печати. А если учитывать и другие способы и технологии печати, то тогда разнообразие становится угрожающе большим.

Для печатания элитной продукции, как правило, выдвигаются более серьезные (и связанные с большими расходами) требования к системе и устройствам ввода и вывода изображений, к печатному и послепечатному оборудованию. Например, для каталога изделий высокой моды, который будет напечатан на мелованной бумаге на листовой многокрасочной офсетной печатной машине с лаковыми секциями, потребуются более совершенные устройства ввода изображения, обработки, хранения и корректировки, чем для однокрасочного каталога торговых услуг, напечатанного на газетной бумаге на газетной рулонной офсетной печатной машине. Технология, использованная для воспроизведения цвета цифровых изображений, зависит от объема данных, которые должно содержать каждое изображение, и, следовательно, влияет на ресурсы, необходимые для их обработки.

Хуже всего то, что даже одна и та же модель печатной машины ведет себя по-разному в зависимости от степени износа, используемых материалов, скорости печати и даже от погоды и времени года (особенно это характерно для офсетной печати с увлажнением), не говоря уже о множестве других факторов, которые даже трудно выделить. Однако они воздействуют системно и с упорством во времени, изрядно портя нашу трудовую жизнь.

Если типов печатных машин так много, а условия печати различаются для разных

полиграфических предприятий и даже для разных дней, то как же достичь желаемой повторяемости?

Это непростой вопрос!

Но в этой проблеме нет ничего нового. Процесс печати стал непредсказуемым задолго до появления цвета на экране монитора компьютера, а полиграфия развивается и радует нас красивыми изданиями и многокрасочными иллюстрациями. И каждое поколение полиграфистов решало эту проблему по-своему. И сегодня она решается и тоже по-разному. И завтра она будет решаться, но по-другому. Однако пусть завтрашний день сам позаботится о себе. Мы дети сегодняшнего дня и пока мы системы не все и не всегда, но калибруем.

Основные проблемы печати

Печатные машины производятся в разном исполнении, различаясь по размерам, конфигурации, способу печати, технологии и стоимости. Однако у всех печатных машин есть нечто общее. Именно это и позволяет нам решать большинство проблем калибровки и повторяемости.

Общее для всех машин — возможность контроля воспроизведения цвета независимо от содержимого цифровых файлов. Понятно, у печатника нет такого многообразия средств цветокоррекции, как у оператора системы допечатной обработки изображения.

Печатные машины требуют относительно небольшой настройки, и печатник имеет хороший набор инструментов для ее выполнения как на отдельных этапах, так и в течение всего процесса печатания тиража.

Когда готовые фотоформы одного и того же издания сдают в печать одновременно на разные полиграфические предприятия, сопровождая словами: «Напечатайте это по стандартам вашей типографии», можно гарантировать, что печатник А на печатной машине X и печатник Б на машине Y получат разные результаты. В действительности печатать что-либо подобным образом не стоит, если можно без этого обойтись.

Однако, если печатник А напечатает работу первым, а затем мы отнесем качественный оттиск и те же самые фотоформы печатнику Б, то ему ничего не стоит получить точно такой же результат, настроив соответствующим образом печатную машину.

Можно пойти и дальше. Второй печатник может улучшить качество оттиска не по сравнению с оригиналом, а по визуальному восприятию уже отпечатанного печатником А оттиска, хотя условия эксплуатации в машине печатника Б отличаются от условий печатника А. Отсюда можно сделать лишь один, но существенный вывод: *достаточно легко добиться того, чего хочет клиент: все, что для этого нужно, — это предоставить печатнику образец в виде печатного оттиска, оттиска пробной печати или цветопробу, имитирующую (моделирующую) тиражную печать с высокой вероятностью совпадения.*

Итак, выскажем небольшой комментарий к сделанному выводу.

Получилось, что наилучший способ достичь совпадения — иметь образец, уже отпечатанный где-либо с тех же фотоформ. Этот образец называется *печатной пробой*, или *оттиском пробной печати*. Хотелось бы подчеркнуть — не цветопроба, а однокрасочные (шкальные) и многокрасочные оттиски пробной печати, изготовленные на пробопечатном станке или лучше (в идеале, для очень ответственных изданий) на самой печатной машине.

Было бы нормально и технологически оправданно производить пробу для каждой работы, как когда-то делали в типографиях. Однако такая проба с использованием полиграфических средств и технологий стоит дорого и требует много времени.

Более дешевая проба — это разные виды цветопробы, которые изготавливаются не на пробопечатном станке и не на печатной машине. Представьте себе, что вы просите печатника воспроизвести цвета изображения, напечатанного на цветном сублимационном настольном принтере. Он бы никогда не стал этого делать, потому что принтер и печатная машина ведут себя неодинаково: цветные принтеры печатают цвета яркие (особен-

но синие и зеленые), чем печатная машина с красками СМΥК. Печатник не маг и не может сделать невозможное. Он ограничен индивидуальными возможностями способа печати, машины, материалов и технологии. Например, печатные машины воспроизводят гораздо более тонкие цветовые оттенки, чем цветные принтеры, которые, однако, работают с яркими насыщенными красками.

Пробные оттиски

Естественно, что иногда типографии отказываются принимать работу, если нет пробы или проба сделана формально. Работники типографии требуют, чтобы проба была сделана с максимальной имитацией работы печатной машины. Сегодня это в лучшем случае многослойная (аналоговая) цветопроба, сделанная с готовых фотоформ с использованием процесса компенсации растискивания — увеличения размера растровых элементов на оттиске. Такие пробы часто и довольно-таки бесцеремонно называют «хромалин», что не совсем точно, но фирменное название в России стало термином этого типа цветопробы.

Многие типографии принимают и цифровые пробы, хотя это далеко не оттиск пробной печати, точнее, совсем не оттиск пробной печати.

Таков реальный процесс, изложенный достаточно упрощенно. Теперь рассмотрим его, обращая особое внимание именно на те моменты, когда может быть полезна калибровка или какая-либо из систем управления цветом.

Печатная бумага и увеличение размера растровых элементов на оттиске (растискивание)

Наряду с погодой и настроением печатника, переменной величиной печатного процесса является печатная бумага, на которой будет отпечатано изображение иллюстрации. Чтобы понять, насколько этот вопрос важен, сравните качество газетной печати, где обычно используется самая плохая бумага, с качеством печати на мелованной бумаге, взяв для примера хотя бы это издание.

При печати на газетной бумаге воспроизводимый на оттиске диапазон цветов значительно меньше. Эта бумага желтовато-серого цвета, так что белый цвет не может быть таким белым, как хотелось бы. Как ни странно, но и черный цвет не получается достаточно черным: у газетной бумаги структура пористая и краска впитывается, тонет, и насыщенность черного цвета падает. В пористой бумаге краска не только тонет, но и растекается по порам бумаги. Покрытие бумаги данного издания препятствует этому. Мы видим больше черной краски и, следовательно, более насыщенный черный цвет. Однако увеличение размеров печатающих элементов на оттиске зависит не только от степени растекания краски, которое определяется покровным слоем бумаги и качеством краски, но и от давления при печати, которое необходимо для нормального проведения процесса офсетной печати — перехода краски на бумагу.

Явление «растискивание» — это *увеличение размеров печатающих элементов*, которое происходит на любой печатной машине и на любой бумаге, правда в разной степени. Очевидно, что это более свойственно низкокачественной бумаге. Увеличение печатающих элементов также зависит от скорости печатной машины, от марки и цвета печатной краски, от того, насколько хорошо офсетное полотно закреплено на цилиндре, от подачи краски, от влажности воздуха и еще от многих факторов.

Вы не ошибетесь, если решите, что увеличение размера печатающего элемента на оттиске невозможно заранее точно предсказать.

Обобщая сказанное, можно утверждать как принцип: *изображения, подготовленные для печати на мелованной бумаге, не годятся для печати на газетной бумаге.*

Многокрасочная печать цветных изображений

Использование цвета в полиграфии возрастает. Естественно, добавление цвета увеличивает момент непредсказуемости результата на оттиске.

В многокрасочной печати нет никакой специальной технологии, позволяющей волшебным образом получить на оттиске любой оттенок. Изображения воспроизводятся четырьмя красками разного цвета в четырех отдельных секциях печатной машины. В полиграфии этими красками при триадной печати являются голубая, пурпурная, желтая и черная. Нет никакого строго регламентированного соглашения о порядке очередности печати разными красками, но порядок имеет значение. Некоторые печатники считают, что черная краска должна быть первой, так как ее меньше, чем других, и лист не будет таким липким при печати во второй секции. Другие печатники уверены, что первая, вторая и третья краски при прохождении через последующие секции обязательно загрязняют цвет, поэтому предпочитают печатать сначала желтой краской, а черной — в последнюю очередь. Ситуацию в печати и не только с последовательностью нанесения красок, но и с многими другими значащими параметрами процесса печати, как бы это грустно ни звучало, образно можно передать одной фразой: *у каждой птички свои замашки.*

И последняя, но немаловажная причина невозможности глобальной калибровки на стадии печати — *различные секции одной и той же печатной машины дают разное увеличение печатающих элементов (разное растискивание), если быть точным и не витать в облаках.*

Как правило, максимальное увеличение печатающих элементов дает черная краска, а желтая — минимальное, но условия печати могут нарушить эту закономерность.

Наверное, необходимо сделать и еще один грустный вывод: *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, это пробный оттиск, но и он всего лишь приближение к тому, что может напечатать печатная машина.

После всего что было сказано, мы еще пытаемся прогнозировать результаты печати. Можно реально утверждать только одно: *результаты печати всегда будут неопределенными с достаточной степенью вероятности, как и любой прогноз.*

Пороговая чувствительность при восприятии цвета

Передача светового (светлотного на оттиске или яркостного на экране компьютера) и цветового контраста во многом зависит от чувствительности глаза, которая непостоянна и способна изменяться под действием внешних и внутренних стимулов. Глаз реагирует не на всякое раздражение, а только на такое, которое достигло определенной величины. Эту минимальную разницу между двумя степенями светлоты или яркости, которую способен замечать глаз, психологи называют порогом чувствительности. Для того чтобы заметить на практике и затем выразить тончайшие изменения света и цвета, глаз наблюдателя должен обладать высокой чувствительностью, которая дается от природы и развивается в процессе обучения, тренировок и практики.

Пороговая чувствительность восприятия цвета положена в основу определения цвета, предложенного известным физиком Э. Шредингером (1920 г.). Напомним, по Шредингеру, *цвет есть свойство спектральных составов излучений определенного интервала видимого спектра, не различаемых человеком визуально* (при изменении состава в пределах чувствительности глаза).

Глаз в качестве арбитра

Во многих вопросах наука о восприятии и измерении цвета относится к разряду точных дисциплин. Хотя если вспомнить слова Альберта Эйнштейна, что «пока математический закон отражает реальную действительность он не точен; как только математический закон точен, он не отражает реальную действительность». Фотометры, спектрофотометры и другие приборы количественной оценки

цвета очень точны. Кроме того, существует несколько математически обоснованных моделей, которые могут точно описать и количественно оценить почти любой цвет.

Однако, наверное, читателю, как и авторам, стало немного грустно от того, что потратили так много энергии на изучение предмета, а потом обнаружили, что в реальной жизни и, в частности, в полиграфии присутствует столь значительная доля неопределенности.

Процесс печати непредсказуем, но радостей учета и программирования больше раздражает мысль о том, что *индивидуальный подход и профессиональная интуиция* является наилучшим способом сканирования и преобразования RGB в CMYK при обработке цветных изображений, при изготовлении печатных форм и выполнении процесса печати.

Давайте попытаемся вспомнить: был ли в нашей с вами практике случай, чтобы кто-то не воспринимал и отвергал цвет, основываясь на числовых измерениях? Конечно, такого случая не было ни у меня, ни у моего коллеги-соавтора, ни у вас! Числа — это только способ и средство представить и оценить цвет. При правильном использовании прибор может расширить возможности глаза. Глаз же — арбитр, инструмент, цель, выбор. И никто не может отрицать, что цвет — это визуальное представление того, что в некоторых случаях измеряется, записывается и оценивается числами.

Итак, все, что мы должны сделать, — это максимально приблизить изображение к тому, что мог бы увидеть на оттиске именно человек, а не фотокамера, фотоаппарат, денситометр или спектрофотометр.

Основные аспекты, которые нужно учитывать, если мы принимаем рассмотренные в данном изложении проблемы, таковы:

- при низкой освещенности зрительная система человека адаптируется, и человек видит все более светлым, но фотокамера или цифровая камера на это не способна;
- если во внешнем освещении преобладает какой-то цвет, то фотокамера это непременно зафиксирует, а чело-

век — нет, так как его мозг может это снивелировать и устранить;

- если похожие цвета незначительно отличаются друг от друга, то человек увидит больше различий, чем есть на самом деле, а камера смешает их в общий фон;
- зрительный аппарат человека резко снижает интенсивность отраженных вспышек света, но камера зафиксировывает все блики там, где их увидит;
- при сосредоточении внимания на каком-то одном объекте его контрастность увеличивается, а контраст всех остальных объектов уменьшается, но для камеры все объекты равнозначны. Конечно, можно изменить изображение, чтобы привести его в соответствие с человеческим восприятием, но калибровка в этом случае не поможет.

Все мы, люди, работающие или собирающиеся работать в полиграфии, должны смотреть на каждое изображение полиграфического оригинала как на знакомого человека — с его характером и индивидуальными особенностями. И калибровка, и система управления цветом, и пробные оттиски, и цветопроба — все это необходимые, но вспомогательные атрибуты подготовки и изготовления тиража издания.

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

Все люди разные по своим творческим возможностям и способностям. Однако всем предоставлены равные возможности творить. Только возможности свои люди используют по-разному.



Глава 8

ОРИГИНАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПОЛИГРАФИИ

«...то, что мы наблюдаем, —
это не сама природа, а природа, которая выступает
в том виде, в каком она выявляется
благодаря нашему способу постановки вопросов».

Вернер Гейзенберг

Выбор — дело и тонкое, и ответственное. Покупая телевизор, одни выбирают его по величине диагонали, другие — по цвету корпуса, третьи смотрят только на фирму или на цену. И все поступают одинаково мудро. Однако все это — параметры, по которым выбирают группу. Далее из этой группы товар выбирают, уточняя его технические характеристики и возможности.

Мы искренне полагаем, что чем больше ответственности вы примете на себя при приемке оригиналов и при технической подготовке изображений, тем большее удовлетворение получите от окончательного результата. Однако проблемы, которые встречаются в этой области, зачастую весьма сложны, поэтому важно научиться задавать правильные вопросы.

Мы подготовили список вопросов, которые будет уместно задать вашим партнерам в начале любого полиграфического проекта.

Итак, за дело.

Сумма вопросов

Факторы, относящиеся к вводу изображений

Каковы источники изображений и как они будут (или были) оцифрованы? Какое для этого используется оборудование или тип сканеров и каковы их возможности и ограничения?

Какое входное разрешение рекомендуется с учетом установок технологии печати и параметров вывода фотоформы или печатной формы?

Каково качество оригиналов, имеющих в вашем распоряжении? Если качество не бесспорно, то что вы собираетесь сделать, чтобы довести их до принятого стандарта издания?

Использовались ли системы управления цветом для обработки оригиналов? Если так, то какие программы использовались?

Факторы, относящиеся к процессу печати

Какая технология печати будет использоваться для работы: офсетная (листовая или рулонная) печать, флексография, трафаретная, ротационная глубокая печать и т.д.?

Если работа определена для офсетной печати, то какая печатная машина будет использоваться: рулонная, листовая, книжно-журнальная или газетная? Какова относительная производительность печатной машины и каковы ее особенности?

Как будет проводиться печать: за один или несколько прогонов, без переворота листа или с переворотом, с сушкой или без сушки, с лакированием или без лакирования?

Каковы характеристики бумаги (или другого материала), на которой будет напечатана работа? Будет использоваться мелованная или немелованная бумага? Какова ее толщина? Какова ее поглощательная способность? Следует ли учитывать какие-либо другие характеристики?

Каков основной цвет бумаги и как он будет воздействовать на цвет отпечатанного изображения? Какие шаги (при необходимости) следует предпринять для его компенсации?

Какой набор печатных красок будет использоваться для работы? Эти печатные краски жидкие или твердые (тонеры)?

Каков порядок наложения краски при печати «по сырому»? Если будут использованы составные цвета, то в каком порядке будет печататься каждый цвет?

Будут ли файлы выводиться на бумагу, фотопленку (технология CtF), формную пластину (технология CtP), печатную форму или на печатную машину (технология CtPress, DI)? Этот вопрос имеет важное значение для увеличения размера растровой точки и точности совмещения красок на оттиске.

Будут ли окончательные фотоформы (пленки) /печатные формы (пластины) позитивными или негативными?

Специфические параметры вывода

Какое пробопечатное оборудование адекватно или рекомендовано для подобных работ — пробопечатный станок, Chromalin, MatchPrint, Color Key, цветное сублимационное, цифровое полутонное струйное, цифровое растровое или другое?

Какой минимальный и максимальный размер точки может воспроизводить печатная машина по данной технологии на принятых материалах для этой работы? Необходимо воспринимать ответ с известным скептицизмом: в сервисных бюро обычно дают оптимистический прогноз, основанный на идеальных условиях.

Какова максимальная общая кроющая способность печатной краски, рекомендованной для этой работы? Какова кроющая способность черной печатной краски?

Следует ли использовать цветоделение по технологии GCR или UCR? Если GCR, то следует ли также использовать UCA и в какой степени?

Если для вывода определено растривание, то каковы рекомендованные пространственная частота растра, угол поворота и форма точки?

Какое ориентировочное увеличение размера растровой точки можно ожидать на оттиске? Приведено увеличение размера растровой точки в относительных или абсолютных единицах?

Будет ли использоваться ЧМ-растривание? Если да, то какой уровень увеличения размера растровой точки следует компенсировать?

Какое выходное разрешение рекомендовано сервисным бюро для ваших изображений?

В каком формате сервисное бюро предпочитает сохранять файлы изображений оригинала и цветоделенных фотоформ?

Нуждается ли любое из ваших изображений в треппинге? Будет ли сервисное бюро обеспечивать автоматический треппинг? Если нет, то какой уровень треппинга следует применить?

Имеют ли какие-либо из ваших изображений специальные характеристики (контекстные структуры, штриховая графика, растрованная векторная графика, двухцветные изображения и т.д.), которые необходимо рассмотреть в ходе подготовки к печати? Какие меры рекомендуются?

Сколько полос будет отпечатано каждой печатной формой? Может ли сервисное бюро предоставить схему печати страниц, которая поможет дизайнерам планировать печать таким образом, чтобы полосы, на которых доминируют противоположные цветовые области, не печатались на машине непосредственно одна за другой? Если в таких ситуациях возникают проблемы с цветом, то резко отличающееся цветовое содержание смежных полос чрезвычайно затрудняет цветокоррекцию: обычно одной из них приходится жертвовать. На это необходимо всегда обращать внимание, если вас интересует качество отдельных, но очень важных для вас или заказчика полос издания, например рекламных полос в печатном издании.

Основные сведения о полиграфических оригиналах

Ab Ovo — с самого начала по порядку

В первых рукописных книгах появляются цветные иллюстрации, и первые печатные издания также были иллюстрированы художниками. По мере развития полиграфии цветное изображение перестает служить преимущественно цели оформления. Возникла и была успешно решена задача печати многоцветной иллюстрации, способной адекватно передать краски оригинала, — фотографического изображения или произведения искусства (слайд, фотография, негатив, рисунок). В «доцифровые» времена практическое воплощение технологий, применяющихся при этом, было возложено исключительно на полиграфиста. Сложилась целая профессиональная «лаборатория», где священнодействовал полиграфист, вооруженный нужными знаниями, опытом и приемами. Многие из этой «кухни» остаются в силе и по сей день

и будет еще долго служить полиграфическим технологиям и человеку.

Если в начале было Слово, то в конце XX и в начале XXI веков все чаще на первый план выходит Цифра. Почти две с половиной тысячи лет назад Пифагор говорил: «Числу и пропорциям все вещи подобны». Эта истина достойна внимания и в наше время. Что может быть точнее, определеннее, лаконичнее и доступнее, чем цифры? Цифры стали основным языком как науки, так и технологии и техники.

Цифровые технологии, получающие все большее развитие, решительным образом меняют роли и функции участников технологического процесса подготовки и печати издания. Все современное допечатное производство (препресс) становится царством Ее Величества Цифры. Этот процесс неумолимо распространяется и на полиграфию как таковую. Связь печатной машины с препрессом обретает все более цифровой вид, что находит отражение в системах автоматического управления цветом на печатных машинах традиционного построения. Абсолютного выражения эта тенденция достигает в цифровых печатных машинах, роль которых в общем объеме изготовления полиграфической продукции уже сейчас существенна и впредь будет только расти.

Цифра становится основой единого технологического процесса, в котором центральное место занимает старая и хорошо исследованная задача адекватного воспроизведения цвета. Но теперь ее решение перестало быть уделом одного лишь полиграфиста. В процесс все больше вовлекаются люди, занятые на этапах формирования оригинального изображения, — художники, дизайнеры, оформители печатного издания, сотрудники художественных отделов рекламных агентств. Для успеха общего дела необходимо достичь единства терминологии и стандартов, согласованной работы всех машин и устройств, технологий и материалов.

В полиграфическом производстве технологию подготовки иллюстративной информации всегда рассматривали отдельно от текстовой, так как различия, возникающие в этих технологиях, проблемы и способы их решения

имели ярко выраженный характер. Объединение этих видов информации, которое выражается в представлении ее в едином файле, мало что изменило. При обработке изобразительной информации происходит преобразование аналоговых оригиналов в цифровые коды. Затем числовые массивы на дорецепционной стадии подготавливаются и согласовываются с параметрами оттиска репродукции, а также цветовыми и предметными ощущениями, возникающими на стадии зрительного восприятия полиграфической продукции.

Этой цели служит цветопроба (аналоговая или цифровая), на которой получают «контрастный оттиск». После его согласования числовые данные либо преобразуются в аналоговую форму в виде цветоделенных фотоформ или цветоделенных биметаллических пластин (печатные формы), либо передаются непосредственно на цифровую печатную машину. При этом необходимо обеспечить полную согласованность параметров всего технологического процесса: оригинал — ввод изобразительной информации — отображение на мониторе — формный процесс — печатный процесс — репродукция (оттиск).

Комфортность восприятия полиграфического оттиска на бумаге или другом запечатываемом материале зависит от исходного оригинала — его содержания, композиции, материалов основы, красителей (пигментов), а также оттого, насколько качественные иллюстрации и совершенные процессы репродукции применялись на дорецепционной и печатной стадиях.

Для наблюдателя иллюстративный материал в издании не связан с оригиналом. Иллюстрация воспринимается им в соответствии с его индивидуальными представлениями о цвете и форме объектов в сюжете. Любой сюжет — это совокупность деталей, имеющих конкретные и вполне определенные значения по светлоте и цветности (цветовому тону, насыщенности). При воспроизведении сюжета нужно стремиться сделать это так, чтобы сохранились все детали, а это в немалой степени определяется подготовкой исходных данных к процессу репродукции.

Под исходными данными в нашем случае авторы понимают некоторое множество деталей в виде полутоновой, штриховой или растровой аналоговой или цифровой информации, которое принято называть оригиналом.

Проблема состоит в том, что на каждом этапе репродукции происходят потеря и искажение иллюстративной информации. Поэтому качество оттиска напрямую зависит оттого, как был подготовлен оригинал — с учетом или без учета требований полиграфии.

«Первоначальный»

В полиграфии результат работы оценивается по тиражному оттиску. Однако дорога к желаемому результату почти всегда начинается с оригинала, или изооригинала. В переводе с латинского *originalis* означает «первоначальный» или «подлинник». Но, к сожалению, полиграфисты практически никогда не имеют дело с подлинником, а лишь со вторичным, если не с третичным представлением исходного пространства — цветового и предметного. Посредником здесь, как правило, выступают художник, фотограф, график-компьютерщик. Хорошо, если это будет мастер, а если нет? Сложность проблемы состоит в том, что в процессе подготовки двумерного оригинала необходимо учесть особенности трехмерного объекта и перенести их в его аналог на плоскости. Переход от трехмерного пространства (формы и цвета) в плоскость (градаций и цвета) должен быть выполнен с минимальными потерями при полной согласованности действий художника и полиграфиста, а также с учетом всех требований, предъявляемых к оригиналам при подготовке к полиграфическому репродукции.

Каждый оригинал в полиграфии обладает определенными характеристиками (градиационными, структурными), которые следует контролировать в процессе его создания и подготовки. Чем пристрастнее будет наша оценка оригинала на предварительном этапе перед оцифровкой, тем выше вероятность того, что мы получим при печати качественный оттиск.

Эстетика оригинала

Созданием оригиналов занимаются, как правило, творческие люди — художники, иллюстраторы, фотографы и т.д., часто очень далекие от полиграфии. Им трудно выбрать, согласовать и подготовить оригинал в соответствии с требованиями полиграфической технологии. Задача существенно бы упростилась, если бы специалист, занимающийся созданием оригинала, сначала обговаривал необходимые параметры с полиграфистом. Такими параметрами могут быть: размер и тип оригинала, композиция сюжета, ракурс, вид исполнения, материалы основы, красители, тип постановочного освещения и т.д. При этом полиграфист ни в коей мере не посягает на свободу выбора и творчество художника: он лишь устанавливает технологические и технические рамки, обеспечивающие выполнение общих требований репродукционного процесса.

Поверхностное знакомство с компьютерными технологиями обработки оригиналов и почему-то устоявшееся мнение о компьютерном «всемогуществе» привело к значительному снижению качества оригиналов, поступающих в репроцентры. Тому есть множество причин — это и доступность профессиональной фото — и видеоаппаратуры, компьютеров, дешевых цифровых камер, сканирующих устройств, и приток в полиграфию новых «кадров» без профессионального образования и опыта, и стремительное развитие медиа — и интернет-технологий. Однако только правильно подготовленный оригинал содержит все необходимые исходные данные для последующих процессов, проходящих в производственном цикле оригинал — оттиск (рис. 31). И хотя за качество надо бороться на всех этапах производства, этап изготовления оригиналов имеет особое значение.

Двухмерность плоского оригинала значительно осложняет процесс отображения объектов трехмерного пространства реальной действительности (цветовой и предметной), поэтому большинство задач, которые

решаются при создании оригинала, сродни художественным и творческим. И здесь необходимо руководствоваться понятиями «соразмерности и правдоподобия», не забывая при этом о требованиях технического и технологического порядка.

Оригинал должен быть градационно-правильным (рельефным и объемным, выражаясь художественным языком), т.е. не иметь потерь информации в светах, полутонах и тенях. Исключением могут быть только блики в светах и плашки в тенях, где нет различимых деталей. Особое внимание надо обращать на проработку деталей в тенях. Еще великий Леонардо да Винчи говорил: «Кто избегает теней, избегает славы искусства у благородных умов и приобретает ее у невежественной черни...».

Света, тени, полутона (светотени), градации — все это основные понятия, которыми оперируют художник и график, фотограф и полиграфист. Но цель их работы всегда одна: добиться иллюзии и ассоциативной узнаваемости реальности цвета, предмета, пространства и времени, ощущений, возникающих в зрительном анализаторе у человека, каковым является мозг. Тогда срабатывает «принцип внутренней необходимости» и устанавливается связь между чистой абстракцией, формой, цветовой выразительностью и конкретной предметностью. При моделировании иллюзии весь процесс подчинен цифре и глазу, а образы через зрение переходят в «умозрение» и через пространственное мышление возвращаются в виде реальных ощущений.

Здесь самое место дать пару определений, без которых не обойтись при анализе и вводе информации.

Точка белого (ТБ) и точка черного (ТЧ) — соответственно самое светлое и самое темное места на оригинале (по мнению наблюдателя или анализирующей программы), где должны присутствовать различные сюжетные детали. ТБ нельзя путать с бликами в светах, а ТЧ — с плашкой в тенях, так как они могут быть светлее точки белого или темнее точки черного на оригинале, но не иметь при этом различимых деталей.

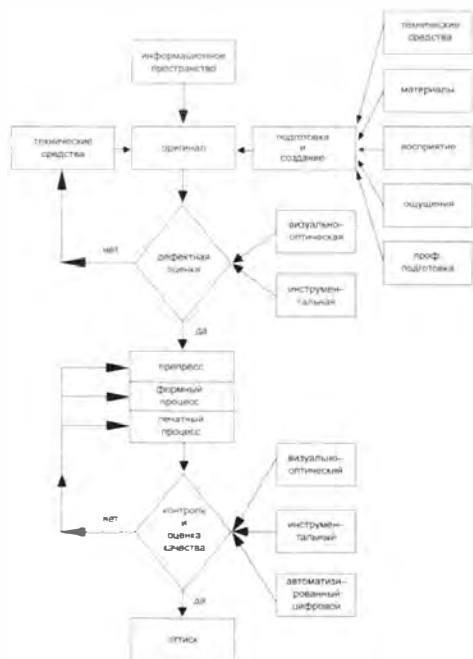


Рис. 31. Структурная блок-схема производственного цикла «оригинал-оттиск».

Значение теней и максимально возможная их проработка порой важнее светов. Для плоского двумерного объекта градиционная проработка теней усиливает перспективу, рельефность, пространственную иллюзию сюжета. Численные значения ТБ и ТЧ определяются балансом серого для триады, стандартом (SWOP, Eurostandard, Toyo) для красок и запечатываемого материала и возможностью печатной машины переносить минимальное и максимальное количество краски на конкретный запечатываемый материал.

Изображения и оригиналы

Изображения — это информация, представленная только для образного восприятия или воспринимаемая без текстовой нагрузки, например, рисунки, картинки, древний текст, иероглифы, незнакомая письменность — все это и есть изображения. Изображения можно разделить на группы в зависимости от принятого критерия.

В зависимости от **системы**, где создано изображение:

- оптическое, например, в микроскопе, на матовом стекле фотоаппарата, на экране при проецировании диапроектором, киноаппаратом или другой аппаратурой;
- электронное, например, на мониторе, на экране цифровой камеры, в электронном микроскопе и другой электронной аппаратуре;
- голографическое (все виды голограмм на пленке или фольге);
- фотографическое, например, фотографии, слайды;
- лазерное, например, геометрические фигуры и тела, создаваемые лазерными лучами;
- рисованное, например, рукопись, чертёж, рисунок, иероглифы, акварель, офорт, живопись;
- печатное, например, полиграфические и другие оттиски, твердая копия (распечатка) с экрана компьютера, текст с печатной машинки.

В зависимости от **подложки**, на которой изготовлено изображение:

- изображение на прозрачной подложке, например, слайды, пленочные голограммы, негативы, диапозитивы, оттиски на прозрачных материалах;
- изображение на непрозрачной подложке, например, фотографии, оттиски на бумаге и других непрозрачных материалах, голограммы на фольге;
- изображение на жесткой подложке, например, оттиск на жести, иконы, рисунки на камне.

В зависимости от **несущей информации**:

- текстовое изображение, например, рукопись, оттиск текста, клинопись;
- иллюстрационное изображение, например, рисунки, фотографии, схемы, чертежи;
- иероглифическое изображение, например, китайские и египетские тексты.

В последнее время широкое применение, находят оригиналы в виде растрового изображения как однокрасочные, так и многокрасочные, на оттисках, на распечатках или на копиях с копировальных машин. С внедре-

нием в полиграфию компьютерных издательских систем особенно широкое применение в качестве оригиналов получили электронные изображения, созданные в компьютерных системах (компьютерная графика), в цифровых фотокамерах, записанные на CD-, CDR-дисках или DVD-носителях, а также изображения, доступные через интернет.

Сегодня полиграфическое издание без иллюстраций — это скорее исключение, чем правило. Внешний вид издания должен привлекать покупателя. Иллюстрации для полиграфических изданий заказывают в виде слайдов, фотографий или рисованных оригиналов на твердом носителе или в виде компьютерной графики.

Развитие цифровой техники привело к тому, что фирмы, предлагающие архивы изображений, стали изготавливать электронные формы своих каталогов. Идея, что изображения необходимо отсканировать максимально хорошо один раз, после чего распространять эти изображения в цифровой форме за сравнительно невысокую плату, оказалась удачной. Таким образом, появился CD-ROM с оцифрованными изображениями. Сегодня использование цифровых каталогов изображений, в том числе и на DVD-носителях, стало массовым явлением.

Оригиналы для полиграфических изданий

Оригинал для полиграфических изданий — это текстовый или графический материал, прошедший редакционно-издательскую обработку и являющийся основой для создания любого печатного издания (листовки, буклеты, брошюры, книги, изделия для этикетки и упаковки) средствами полиграфического производства.

Оригиналы для полиграфических изданий можно разделить на три группы:

- авторский;
- издательский;
- оригинал-макет (репродуцируемый оригинал-макет — POM).

Авторский оригинал — это текстовый и изобразительный материал, подготовлен-

ный автором (коллективом авторов) для передачи в издательство с целью последующей редакционно-издательской обработки.

Издательский оригинал — это текстовой или изобразительный материал, прошедший редакционно-издательскую обработку, подписанный в набор (в печать) ответственными лицами издательства для изготовления печатной формы на полиграфическом предприятии.

Оригинал-макет — это издательский оригинал, каждая страница которого совпадает со страницей будущей книги по числу строк и, в частности, по строкам. Оригинал-макет может быть машинописным (напечатанным на обычной конторской пишущей машинке), подписанным в набор и печать и отсылаемым в типографию для набора и печати.

Репродуцируемый оригинал-макет (POM) — это оригинал, подготовленный для изготовления фотоформы или печатной формы фотомеханическим способом или сканированием как изображение. В последнее время с распространением компьютерного набора и компьютерных издательских систем этот вид оригиналов широко применяют для печати оперативных малотиражных однокрасочных изданий (авторефератов, материалов конференций, листовок).

Качество оригинала определяют качеством изобразительной репродукции. Только безукоризненный оригинал создает предпосылки для хорошего конечного результата. Небольшие недостатки оригинала могут быть устранены ретушью; любое значительное вмешательство чревато искажением изображения. Именно поэтому к качеству оригиналов для репродуцирования предъявляются очень высокие требования.

Классификация оригиналов

Любая систематизация и классификация (а лучше стандартизация) понятий, определений, терминов, процессов, устройств и материалов способствует выработке единых взглядов и согласованных действий в отрас-

ли. Так вырабатывается и создается языковая база для понятного общения и адекватного понимания процессов в допечатном и печатном производстве. Единство языка устраняет неопределенность в отношениях полиграфистов со специалистами из смежных областей.

При классификации оригиналов исходят из четырех главных критериев:

полутоновый или штриховой оригинал — характер сигнала, создающий аналоговое или двоичное (бинарное) изображение. Примечание: к штриховым оригиналам относятся все текстовые оригиналы;

непрозрачный или прозрачный оригинал — принцип образования и передачи сигнала, изображение воспринимается в отраженном или проходящем свете;

черно-белый или цветной оригинал (одноцветный и многоцветный) — особенности спектра сигнала, создающего изображения;

изобразительный или текстовой оригинал — воспринимаемая информация изображения образная или логическая (текстовая).

Каждый оригинал издания в соответствии с этими критериями относят к определенной группе. Наряду с этими основными признаками оригиналы различают по способу их изготовления: *рисунки, картины, фотографии, оттиски*.

Оригинал должен представлять собой единое целое, то есть содержать все, что должно быть на оттиске. Необходимо также учитывать, что настоящую цветную репродукцию можно получить только с цветного оригинала. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только цветные оригиналы при их цветном репродуцировании, где ретушь и цветокоррекция имеют особое значение. Данное утверждение основано на том, что и краски оригинала, и печатные краски, и сами процессы преобразования и синтеза изображения далеки от идеальных физических явлений. Загрязненность красок и нелинейность преобразований при репродуцировании требуют коррекции, что и определяют в технологии как ретушь. Проводят ретушь различными средствами: электронным путем (в компьютерных изда-

тельских системах), фотомеханическим (при помощи масок), химическим и механическим (вручную).

Для получения качественной репродукции как полиграфисты, так и художники, дизайнеры, фотографы и издатели должны знать и учитывать в своей работе возможности технологических процессов, оборудования и материалов, применяемых на конкретных полиграфических предприятиях, где выполняется соответствующий заказ.

Наиболее общие ограничения, которые накладывает полиграфический технологический процесс, изложены в нормативной документации в виде требований к оригиналам, предназначенным для репродуцирования в полиграфии (см. ОСТ 29.106-95). Несоблюдение требований, предъявляемых к оригиналам, предназначенным для воспроизведения полиграфическими средствами, приводит к резкому увеличению работ по ретуши промежуточных изображений до получения оттиска в печатной машине.

Все многообразие используемых в полиграфии оригиналов можно представить в виде структурной блок-схемы, показанной на рисунке рис. 32.

С другой стороны, как тут не вспомнить слова Сэмюэла Бэкетта: «Невозможно систематизировать неповторимое. Невозможно упорядочивать простейшее. Его либо ставят перед глазами, либо нет — и все».

Надо сказать, что авторы этой классификации вовсе не претендуют на истину в последней инстанции, считая представленную систему открытой для уточнения и развития.

Восприятие оригиналов при вводе и обработке сюжета

Сторонний наблюдатель, оценивая неторопливость и размеренность действий оператора при вводе и обработке сюжета (оригинала), почти наверняка скажет, что сам он тоже самое делает и лучше, и быстрее, а что касается цветоделения, то здесь все предельно просто и понятно. Святая наивность... (Sancta Simplicitas...). За кажущейся простой движений всегда скрывается сложная и

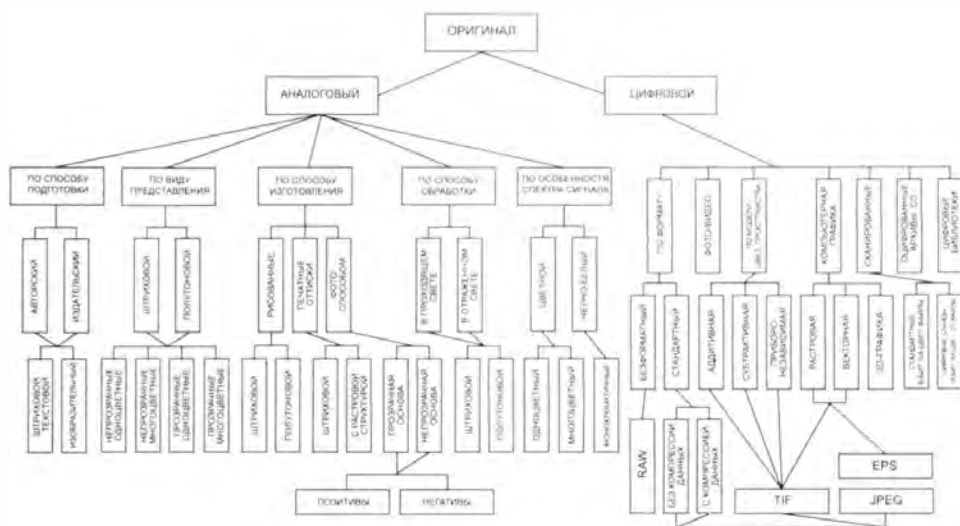


Рис. 32. Классификация оригиналов для полиграфического воспроизведения

непрерывная работа по анализу оригинала, сюжета, характерных деталей, градаций, цвета, предметов, ощущений, восприятия. Оператор работает как компьютер. Идет постоянное сопоставление последовательности действий с технологией и прогнозируемым конечным результатом — оттиском в будущем тираже. Конечно, при оценке оригинала оператор основывается не на классификации, а скорее на своем опыте, знаниях технологических процессов в препresse и печати. Это делается на интуитивном уровне, подсознательно, по индивидуальным ощущениям.

Приступая к вводу и оцифровке оригинала, оператор-профессионал прежде всего тщательно рассматривает его, стараясь запомнить дефекты (физические, механические, цветовые, градационные, резкостные, частотные) оригинала, а также памятные цвета, градации, света, тени, сюжет и композицию. Возникающие при этом эмоции он формулирует и выражает более привычными понятиями:

- хороший оригинал (есть информация в светах, полутонах, тенях);
- плохой оригинал (выбиты света, завалены тени, нет контраста);
- трудный оригинал (большое количество

во дефектов, нет памятных цветов, неопределенность с выбором ТБ и ТЧ);

- исправимый (информация есть, но придется приложить много усилий);
- неисправимый (полностью отсутствует информация в светах и тенях, слишком много дефектов).

Очень часто оригинал оценивается по трудоемкости и затратам времени на его сканирование и возможную доработку в программе обработки изображений.

У каждого оператора свой подход к оценке оригинала, но всегда анализируются ряд позиций. Рассмотрим основные.

Для полутонового оригинала:

а) градационные характеристики:

плотность вуали D_0 ,
минимальная плотность D_{\min} ,
максимальная плотность D_{\max} ,
оптическая плотность сюжетно важной детали D_c ,
интервал оптических плотностей ΔD ;

б) структурные характеристики:

зернистость,
резкость,
четкость — степень разрешения и обработки мелких деталей, зависящая от разрешающей способности оборудования, материалов, технологии;

в) геометрические параметры:

размер оригинала,
масштаб воспроизведения.

Для штрихового оригинала:

оптическая плотность штрихового элемента;

равномерность насыщенности штриха;

четкость штриха;

размер и ширина штриха;

расстояние между штрихами.

**Для растрованного оригинала
плоской печати (СМУК-оригинала):**

линиатура печатного издания;

углы поворота растровой решетки;

масштаб иллюстрации в издании.

**Для цифрового (электронного)
оригинала:**

формат файла;

цветовая модель;

геометрические размеры;

разрешение;

значение точки белого в светах;

значение точки черного в тенях;

компрессия цветовых данных;

детальность проработки светов, теней,
полутонов;

резкость;

четкость;

объем информационных данных (размер файла);

наличие шума, технического «мусора».

При оценке любых оригиналов анализируются **цветовые свойства и параметры сюжета:**

- цветопередача;
- цветовое содержание;
- цветовое смещение;
- памятные цвета;
- оттеночность в светах и тенях;
- нейтральные тона.

В современной полиграфии все чаще используются такие емкие понятия, как информация, данные, массивы, множества, потоки. Системный подход и открытость систем управления рабочим потоком (workflow) позволяют оптимизировать ход допечатной подготовки (ввод-обработка-вывод), печатный и послепечатные процессы. Предлагаются готовые аппаратные, программные и структурные решения по обработке данных от ввода изображений и текста до вывода на формную пластину (Computer-to-Plate,



Рис. 33. Хороший оригинал — есть информация в светах, полутонах, тенях



Рис. 34. Плохой оригинал — выбиты света, завалены тени, нет контраста в градациях тонов



Рис. 35. Трудный оригинал: «белое на белом» — вся информация и детали — в светах и много меньше — в полутонах и тенях



Рис. 36. Все детали в тенях



Рис. 39. Плохой цифровой оригинал — цифровой файл в формате JPEG.



Рис. 37. Трудный оригинал — отсутствуют точка белого и точка черного, при воспроизведении необходимо сохранять сиреневый оттенок тумана в диффузионных светах и светах, в тенях — глубокую зелень в кроне деревьев и в травяном покрове



Рис. 38. Неисправимый оригинал — очень нерезкое и нечеткое изображение

CtP), в печатную машину (Computer-to-Press, CtPress) или сразу на бумагу (Computer-to-Print, CtPrint). Однако, какими бы совершенными системами и структурными схемами мы ни располагали, в них очень мало внимания уделяется исходной информации, а именно, оригиналам. Квалифицированный оператор, проанализировав оригинал, сумеет выбрать верный алгоритм решения, правильно подготовить данные и оптимальным образом организовать рабочий поток на вводе при оцифровке.

Технические требования, предъявляемые к полиграфическим оригиналам

Большое многообразие видов и форм оригиналов предполагает, что приемкой и оценкой их пригодности к репродуцированию должны заниматься квалифицированные специалисты. Оригиналы проверяются на соответствие техническим требованиям отраслевых стандартов, разработка которых, как правило, отстает от развития технологий. Поэтому помимо отраслевых стандартов свои требования устанавливают издательства, репроцентры, типографии. В современном производстве используются новые технологии, техника, материалы, правильная эксплуатация которых, с одной стороны, определяется рекомендациями фирм-производителей и международных стандартов, а с другой — зависит от квалификации и подготовленности специалистов.

При анализе оригиналов на соответствие техническим требованиям необходимо использовать просмотровые устройства (на просвет и/или на отражение) с нормализованным источником D50 или D65 (цветовая температура соответственно 5000 K, 6500 K), лупы, микроскопы и другие измерительные средства и приспособления. В работе с оригиналами также используются специальные упаковочные материалы (сливеры, полиэтиленовые и бумажные пакеты), средства предохранения от механических повреждений (безворсовые перчатки и салфетки), от пыли, статического электри-

чества и грязи (чистящие жидкости, спреи и т.д.). Специалисты, оценивающие цифровые оригиналы, должны в равной степени владеть как компьютерными, так и полиграфическими технологиями.

Главным требованием ко всем оригиналам является полное отсутствие дефектов, искажающих сюжетные детали изображения или мешающих восприятию иллюстрации в издании. Конечно, можно принимать оригиналы по принципу исправляемости их в программах обработки изображений (например, в программе Adobe Photoshop по критериям технической или цветовой ретуши), но это означает, что вы не цените ни времени, ни средств, затраченных на устранение их недостатков. Чтобы свести к минимуму материальные потери и снижение качества будущей продукции, необходимо руководствоваться требованиями отраслевых стандартов (например, ОСТ 29.106-95) и «местными» требованиями предприятий-поставщиков (дизайн-бюро, репроцентр, типография), а также по возможности уменьшить (в идеале — исключить) использование в производстве нестандартных оригиналов, таких, как печатные растрованные оттиски, отпечатки со струйных принтеров, узкоплеченные негативы в «мыльничном» исполнении на зернистой пленке, графические файлы с любым видом компрессии или JPEG, GIF, а также CDR, WMF и им подобных графических форматов.

При выборе полиграфического оригинала всегда надо оценивать такие физические параметры, как его линейные геометрические размеры и размеры в публикации, т.е. масштаб воспроизведения в издании. Применительно к оригиналам на непрозрачной подложке масштаб воспроизведения может быть следующим:

- для фотографий — от 33 до 150 %;
- для штриховых оригиналов — не более 100 %;
- для печатных растрованных оригиналов (CMYK-оригиналов) — от 50 до 70 %;
- для рисованных оригиналов — не более 150 %.

Для оригиналов на прозрачной подложке масштаб воспроизведения должен составлять:

- для слайдов — не более 800%;
- для структурных мелкозернистых слайдов — не более 1200%;
- для негативов — до 800%;
- для слайдов с произведений искусства — до 400%.

Кроме того, масштаб воспроизведения оригинала должен соответствовать техническим возможностям оборудования и технологическим требованиям процесса репродуцирования. Общим требованием по масштабированию оригиналов на непрозрачной подложке считается уменьшение при воспроизведении, а для оригиналов на прозрачной подложке желательно увеличение. Уменьшение здесь не рекомендуется, так как возможно появление «пилы» на тонких контурах.

Исключение можно сделать для прозрачных оригиналов, которые предполагается использовать при изготовлении плакатов. Поскольку мы обычно смотрим на плакаты с довольно большого расстояния (более 1 м), то для них допускается масштабирование более 800 %. При подготовке штриховых оригиналов учет масштаба для иллюстрации позволяет правильно выбрать ширину штриховых элементов и расстояние между ними, которые на репродукции должны быть не менее 0,1 мм и 0,2 мм соответственно. В подготовке штриховых оригиналов большое значение имеет оптическая плотность бумаги (не более 0,15D), а также техника исполнения и применяемые красители (черная тушь, равномерность насыщенности штриха, оптическая плотность штриха — более 1,2 D). Применение в качестве оригиналов растрованных печатных оттисков (СМΥК-оригиналов) значительно усложняет подготовку иллюстративной информации, так как при наложении старой и новой растровой структур велика вероятность появления на репродукции вторичного муара.

Во избежание этого используют технические опции устройств ввода по дерастрированию оригиналов, а также специальные

методики по «сбиванию» растровой структуры в программах обработки изображений. Практически все они основаны на расфокусировке или снижении резкости отмаскированного изображения с последующим понижением выходного разрешения и размера оригинала до величин, соответствующих линиатуре печатного издания. На практике печатные оттиски оцифровывают при избыточном разрешении, в 2-4 раза превышающем линиатуру растрованного оригинала, например, 600 dpi, а дальнейшая работа выполняется в программе обработки изображений (например, Adobe Photoshop). Программа Photoshop предлагает для этих целей обширный набор инструментов и средств, поэтому методики обработки могут сильно различаться и иметь ярко выраженный индивидуальный характер. Однако выполнение требований по масштабу при воспроизведении (растрованные печатные оригиналы помещаются в публикацию только с уменьшением 50-70%), а также применение оригиналов с линиатурой не ниже 133 lpi — это уже полдела в подготовке оригинала для печатного издания.

Основную группу оригиналов составляют полутонные прозрачные цветные или одноцветные диапозитивы (слайды). Характерным требованием для них является отсутствие потерь деталей в светах и тенях (оптическая плотность в светах — не менее 0,35D, в тенях — 3,1D, цветная вуаль должна полностью отсутствовать или иметь плотность не более 0,1D). Остальные требования для данной группы оригиналов таковы:

— слайды с произведений искусства (размер не менее 90х120 мм) должны содержать тест-объект для контроля съемки;

— диапазон оптических плотностей должен соответствовать динамическому оптическому диапазону аппарата ввода (сканера) и находиться внутри этого интервала — иначе возможны потери информации в светах или тенях при оцифровке сюжета;

— зернистость структуры слайда оценивается с учетом масштаба иллюстрации в издании и должна быть незаметной при визуальном восприятии оригинала.



Рис. 40. Оригинал с растровой структурой — оттиск офсетной печати. Масштаб воспроизведения — 60% от CMYK-оригинала



Рис. 41. Оригинал с растровой структурой — оттиск офсетной печати. Левая сторона изображения — при обработке проведено дерастрирование в Adobe PhotoShop, правая — растровая структура оригинала сохранена. Масштаб воспроизведения — 100%

В последнее время для репродуцирования стали широко использоваться цифровые оригиналы. Природа их создания различна: от графических файлов, подготовленных для конкретного печатного процесса (с учетом запечатываемого материала, типа печатной машины, триады красок, стандарта, модели цветового пространства CMYK) и выполненных на профессиональных сканерах, — до Photo CD, изображений из Интернета или цифровых фото — и/или видео-устройств. В принципе источник оцифрованного сюжета не имеет существенного значения. Главное требование — это необходимая достаточность объема информации для иллюстрации в издании (размер, разрешение, цветовая модель), наличие информации в светах, тенях и градиационное содержание сюжета. Как правило, объем информации измеряется не одним десятком мегабайт. Цветовая модель представления, а также форматы графических файлов в полиграфии имеют принципиальное значение. Чтобы не было недоразумений, необходимую информацию лучше получить заранее у репроцентра или типографии. Иллюстративную информацию необходимо представлять в цветовой модели CIE L*a*b* (аппаратно-независимая модель цветового пространства) или RGB (аддитивная модель цветового пространства). Представление оцифрованного сюжета в

субтрактивной цветовой модели CMYK возможно только в случае профессиональной подготовки информации для печати с учетом всех требований конкретного печатного процесса и при наличии цветопробы.

Стандартные форматы графических оригиналов

Основными графическими форматами представления данных для полиграфии считаются TIFF, EPS/DCS, которые по праву считаются стандартами в полиграфии для растрового изображения. Все оцифрованные изображения представляются в битовом виде, хотя существуют и объектно-ориентированные растровые изображения. Мы рассмотрим только форматы файлов, содержащие битовую или растровую информацию. Все остальные графические форматы (GIF, JPEG, PNG, Photo CD, Scitex CT, PICT, BMP, TARGA) в полиграфии практически не используются. Подробное обсуждение технических достоинств и недостатков графиче-

ческих форматов файлов выходит за рамки данного издания, поэтому отметим лишь некоторые их особенности. Формат TIFF поддерживает цветные изображения в цветовых моделях RGB, CIE L*a*b*, CMYK, в рамках этого формата можно сохранять информацию в черно-белых, серых полутоновых, цветных изображениях. Формат TIFF предпочтителен из-за меньшего размера и времени обработки в имиджсеттере по сравнению с форматом EPS для растровой графики. Файлы формата TIFF совместимы с операционными системами Mac OS и Windows. Другим распространенным графическим стандартом для передачи данных является формат EPS, также используемый для платформ PC и Macintosh. Разрабатывался он на основе PostScript — языка описания страниц. Формат EPS имеет ряд преимуществ по сравнению с TIFF, а именно: поддерживает маскирующий (обтравочный) контур; двухцветные, трехцветные, четырехцветные изображения; имеет файл предварительного просмотра (в зависимости от модификации), а также версию в формате DCS (цветосепарации), разработанную фирмой Quark, Ink. (пятифайловый формат в версии 1.0 и однофайловый в версии 2.0).

Изображения помещаются в электронный оригинал-макет обязательно в масштабе 1:1 и с разрешением, достаточным для воспроизведения его с линиатурой раstra, которая определяется полиграфическим проектом. Линиатура печатного издания является функцией таких параметров, как качество запечатываемой бумаги, тираж, возможности печатной машины и др. Разрешение изображения вычисляется по достаточно простой формуле, камнем преткновения в которой является коэффициент качества, о котором мы поговорим немного позже.

По способу представления информации различаются два типа цифровых оригиналов: объектно-ориентированные (векторные) и битовые (растровые).

В файлах объектно-ориентированного типа информация представляется в виде описания объекта (эллипс, прямоугольник, кривая, текст и т.п.) и его атрибутов (гео-

метрические, математические, цветовые, градиентные характеристики, параметры по форматированию и заполнению). Данное описание носит математический характер и очень похоже на язык программирования. Источником векторных файлов выступают программы, ориентированные на художников и компьютерных графиков, — прежде всего CorelDraw, FreeHand, Adobe Illustrator. По общему мнению пользователей, наименьшее количество сбоев при выводе фотоформ и генерировании файлов PS (PostScript) и PDF (Acrobat Portable Document Format) дает универсальный формат Adobe Illustrator EPS. Более того, программа Adobe Illustrator считается первоклассным «доктором» при «лечении» других векторных форматов (не в обиду им будет сказано). Векторные цифровые изображения можно масштабировать с увеличением или уменьшением практически без потерь и искажений.

Очень часто объектно-ориентированные файлы содержат только растровую информацию. В качестве примера здесь можно назвать файлы формата EPS (Encapsulated PostScript), т.е. содержащие встроенный PostScript — язык описания страниц, язык программирования вывода изображений и текста на фотоформу, печатную форму, печатную машину и, конечно же, привычную всем нам бумагу. Но при этом необходим интерпретатор, который приводит команды языка PostScript к виду и форме, доступной устройству вывода. Одной из наиболее распространенных форм EPS-формата является DCS (модель CMYK, версии 1.0 и 2.0 фирмы Quark, Ink.). В версии 1.0 цифровое изображение содержит пять файлов (один с экраным разрешением и четыре цветodelенных файла CMYK), а в версии 2.0 вся информация сведена в один файл (можно также сохранить информацию о плашечных spot-цветах). Достоинством данного формата является возможность изменения масштаба и сохранение информации о маскирующем (обтравочном) контуре, а недостатком — увеличенный размер файла и большое время обработки в растровом процессоре.

Необходимо также отметить возможность сохранять информацию для EPS в кодировках Binary (двоичной) и ASCII. Для современных сетевых систем, компьютеров, серверов, операционных систем предпочтительна кодировка Binary, позволяющая значительно уменьшить объем файлов. Но иногда при использовании устаревших способов передачи информации по сети и старых моделей компьютеров возможны сбои и некоторые проблемы. В этих случаях применяется кодировка ASCII. Во избежание недоразумений информацию о кодировке при создании EPS-файлов нужно сразу получить у предприятия-поставщика (репро-центр, типография). Стандартом для растровых изображений в полиграфии считается формат TIFF (Tagged Image File Format), который совместим с операционными системами Macintosh и Windows, поддерживает любые разрешения и размеры и практически все цветовые модели. Цифровая информация, подготовленная в этом формате с учетом требований полиграфии и конкретного проекта, может служить гарантией хорошего результата в препрессе и при печати.

С развитием цифровых технологий, средств оцифровки, записи и хранения информации на компактных носителях значительно увеличилось поступление в производство готовых оцифрованных изображений, предлагаемых в качестве оригиналов. Проблема состоит в том, что при обработке таких изображений оператор не видит настоящих оригиналов, и их подготовка к печати осуществляется только на основе собственного опыта, индивидуальных ощущений, квалификации и требований полиграфического проекта. При этом цифровые оригиналы часто создаются на непрофессиональном оборудовании с использованием автоматического процесса оцифровки. В результате почти все предлагаемые библиотеки и архивы страдают нечеткостью и плохим градационным содержанием, особенно в тенях. Как правило, эти изображения поставляются в формате Photo CD (PCD) и JPEG (Joint Photographic Experts Group). Их достоинством является дешевизна, а недо-

статком — трудоемкость обработки и непривычность формата. Модель цветового пространства для PCD-формата фактически представляет собой модель YCC (Y — яркость, C (1), C (2) — хроматические параметры), которая очень близка к CIE L*a*b*. Когда открываются PCD-файлы, то всегда необходимо выбирать максимальное разрешение и использовать только модель CIE L*a*b*. После предварительной обработки и устранения дефектов по четкости и градационной проработке данные сохраняются в требуемой цветовой модели (СМУК) в формате TIFF. Использование в полиграфии цифровых данных в формате JPEG возможно только в качестве исключения. Дело в том, что, во-первых, вся информация сохраняется в сжатом виде с потерями по светлоте и цветности (насыщенности и цветовому тону). Во-вторых, при работе в формате JPEG при каждом сохранении промежуточных результатов происходит потеря и искажение информации. В-третьих, при использовании данного формата программой верстки очень велика вероятность сбоя в момент генерации цветоделенных форм. Поэтому, если уж информация и получена в формате JPEG, первым делом нужно избавиться от него и перевести данные в более «правильный» формат — TIFF (Lab) или TIFF (СМУК). Ну а дальнейшая подготовка выполняется по традиционной методике обработки изображений. После конвертирования нетрадиционных форматов данных (JPEG, Photo CD и др.) в модель цветового пространства CIE L*a*b* и устранения дефектов (четкость, градационное содержание) осуществляется переход в цветовую модель и формат в соответствии с требованиями технологического процесса.

Оценка дефектов оригинала

Под влиянием эйфории от возможностей электронного манипулирования цифрами при обработке иллюстративной информации мы порой становимся небрежными при приемке оригиналов и нетребовательными к их изготовлению. Иногда даже высказыва-

ется мнение, что «нет плохих оригиналов», подразумевая при этом профессиональную непригодность оператора, который не может справиться со сложным оригиналом. Если речь идет о Мастере, у которого к тому же есть время и средства на поиск нестандартного решения по устранению дефектов на оригинале, — в таком утверждении, может быть, и есть доля истины. Что же касается производства, то это, мягко говоря, вредное заблуждение. Более того, оно провоцирует поставщика оригиналов на изготовление заведомого брака. При выборе оригиналов для репродуцирования необходимо уделять особое внимание оценке их дефектов, чтобы не заниматься этими вопросами на последующих этапах.

Этот процесс можно разделить на две взаимодополняющие части: визуально-оптическую оценку и денситометрическую оценку.

При **визуально-оптической оценке** оригинала можно определить следующие дефекты:

- физические (пыль, зернистость, сторонние элементы, вспученность эмульсии и т. д.);
- механические (заломы, царапины, разрывы и т. д.);
- химические (последствия химических процессов и реактивов, солевые пятна и т. д.).

Денситометрическая оценка дефектов позволяет определить отклонения по таким параметрам, как:

- плотность вуали;
- минимальная оптическая плотность;
- максимальная оптическая плотность;
- динамический диапазон оптической плотности (интервал оптической плотности).

Поскольку созданием оригиналов традиционно занимаются не полиграфисты, влиять на данный творческий процесс очень сложно. Однако очень хочется! Неотъемлемой частью современной полиграфической технологии являются всеобъемлющий контроль и оценка качества на каждом производственном этапе в допечатном и печатном процессах. Поэтому совершенно естествен-

ными выглядят требования, касающиеся выполнения отраслевых и других стандартов в отношении оригиналов, подготавливаемых для репродуцирования.

Точность воспроизведения оригинала

Главная задача, которую пытаются решить в полиграфии при репродуцировании, всегда устремлена к одной цели: как можно точнее приблизиться по воспроизведению изображения оригинала на оттиске. Со стороны полиграфистов в таком утверждении присутствует большая доля иронии. Еще в начале 30-х годов XX века Н.Д. Нюберг в своей работе «Курс цветоведения» указал на три категории точности воспроизведения, а именно: физическую, колориметрическую (физиологическую), психологическую. При этом в силу наличия определенных расхождений между оригиналом и оттиском он обосновал, что на практике возможно обеспечить только психологическую точность. Эти расхождения неизбежны, и все специалисты о них прекрасно осведомлены. Цель, которую преследуют полиграфисты, идеалистична по своей природе и свойственна человеческой натуре, так как стремление к идеалу — обычное состояние человека. Совершенствуя технологию, технические средства, материалы и структуру производственных процессов, специалисты приближаются к идеалу-эйдосу, и процесс этот имеет итерационный характер. Более того, этот процесс бесконечный, частично состоящий из самого себя и использующий сам себя, то есть он носит еще и рекурсивный характер. В силу этих причин и по большому счету, цель эта недостижима, но стремление похвально и заслуживает уважения.

Если взглянуть на классификацию оригиналов, то мы увидим большое их многообразие. Поэтому все вышесказанное мы проиллюстрируем на примере только одной группы оригиналов — цветных полустоновых диапозитивов (слайдов). Этот тип аналоговых оригиналов наиболее часто используется в репродукционном процессе,

когда требуется получить качественные иллюстрации в изданиях.

Основные причины, по которым невозможно обеспечить точность и идентичность воспроизведения оригинала на оттиске для выбранной группы:

- в оригинале и в оттиске используются несовпадающие цветообразующие принципы и средства;
- значительные различия в спектральных характеристиках красок, пигментов, красителей;
- неидентичность цветовых охватов основных красок оригинала и многокрасочного оттиска;
- существенные отличия основы (подложки) оригинала и оттиска;
- различия в белизне;
- структурные отличия и микронеровности поверхности и покрытия;
- интервал оптических плотностей оригинала отличается от оттиска (для оттиска $\Delta D < 2.5$, для оригинала $\Delta D > 2.5$);
- различные контраст и тоновая градация;
- расхождения по четкости;
- отличия в резкости;
- разрешающая способность при восприятии сильно отличается;
- условия восприятия оригинала и оттиска не совпадают;
- принципиальные различия в материалах;
- оттиск всегда растриван, а оригинал характеризуется непрерывным полутоном;
- при репродуцировании оттиск почти всегда имеет другие геометрические размеры.

Для остальных групп оригиналов мы предлагаем выполнить подобный анализ самостоятельно и найти соответственно свои, непременно присутствующие различия и расхождения.

По этим причинам становится ясно и понятно, почему так трудна и противоречива репродукционная дорога к поставленной цели.

«Подлинный» парадокс

Небезызвестный Дэн Маргулис очень точно подметил весьма странную особенность современного допечатного процесса. Совершенствование устройств ввода и обработки аналоговой информации (барабанные и планшетные сканеры, цифровые камеры) ведет к тому, что чем хуже или просто небрежно подготавливаются оригиналы, тем больше снижаются требования к ним на этапе создания и приемки их в производство. Ситуация несомненно усугубляется увеличением числа нетрадиционных оригиналов: растриванные печатные оттиски, негативы, сжатые электронные файлы, использующие нестандартные для полиграфии форматы (JPEG, RAW и т.д.). По некоторым оценкам, в общем количестве оригиналов, поступающих в репроцентры, доля нетрадиционных сейчас составляет 20-35%. Складывается парадоксальная ситуация: несмотря на совершенствование технических возможностей оборудования, качество оцифрованных сюжетов не повышается, а в лучшем случае остается на том же уровне. Снижение требований сводит на нет усилия фирм-изготовителей сканеров и программного обеспечения для них, не позволяя использовать новые технические возможности с максимальной отдачей. Технолог по препрессу должен отчетливо понимать это и требовать выполнения технологической дисциплины при приемке оригиналов в производство.

Вкладывая средства в современное оборудование ввода и обработки информации, нельзя экономить на таких «мелочах», как качественные оригиналы, иначе вы не получите ожидаемого результата. Полиграфия — дама не капризная, но очень требовательная.

В полиграфии, как в жизни: хуже нет, чем ждать, догонять и переделывать. Оригиналы нужно не переделывать, а правильно выбирать и готовить так, чтобы при репродуцировании получить качественный оттиск. Здесь нельзя уповать на «авось», «небось», «как-нибудь» и «ничего». Развитие и совершенствование технических и программных средств обработки информации ни в коей

мере не снижает требований к достоверности и информационной достаточности поступающих в производство оригиналов. А качество их подготовки к полиграфическому репродуцированию непременно отразится на качестве воспроизведения на оттиске, и если вы отнесетесь к этому серьезно, то получите значительную экономию времени и средств при оцифровке и подготовке иллюстративной информации к печати.

Сколько нужно информации?

При подготовке изображений к печати нередко возникают конфликтные ситуации. Обычно они связаны с неопределенностью, которая существует в вопросе об информации и ее объеме в цифровом файле, перед подстановкой его в электронный оригинал-макет полосы издания. По этой причине вопрос о количестве информации в электронном файле изображения отнюдь не праздный, а очень насущный. Если этому вопросу не уделять должного внимания, то в типографии на этапе спуска полос и в печати могут возникнуть различные проблемы. Избыток информации в цифровом файле может быть причиной остановки процесса обработки PS и/или PDF — файла полосы в RIP-устройстве. Во многих типографиях на эту стандартную операцию установлен таймер на определенное время, которое выбирается оператором для каждого типа работы. Если лимит времени исчерпан, то процесс приостанавливается. Материал передается в специальную группу, где специалисты определяют причину конфликта и по возможности ее устраняют или возвращают материал заказчику. После этого заказчику выставляется счет на оплату непредвиденных производственных затрат. Дефицит информации не вызывает конфликтов на этапе спуска полос, но они появляются на этапе приема тиража после печати. Как правило, это связано с низким качеством иллюстраций в отпечатанном тираже издания — в иллюстрациях на оттиске могут быть бросающиеся в глаза градационные переходы (число градаций меньше 100) или заметные потери деталей на важных частях сюжета,

а также могут наблюдаться сильная пикселизация и пятнистость. Вследствие этого может возникнуть частичная потеря резкости контуров и нарушиться четкость изображения в целом. Поэтому информации в файле должно быть не мало и не много, а ровно столько, сколько необходимо для обеспечения требуемого качества. Вопрос о достаточности информации — это вопрос об ее разрешении. Способов, позволяющих корректно задать или описать требуемое разрешение, может быть несколько. Специалисты, создающие оригинал-макет полосы, предпочитают всегда указывать физический размер высоты и ширины изображения вместе с числом точек (пикселей) на дюйм в нем — это самый надежный способ. Причем все изображения включаются в электронный оригинал-макет полосы издания обязательно в масштабе 1:1, то есть их линейные размеры соответствуют размерам в будущей публикации. Это правило должно неукоснительно выполняться и жестко контролироваться. Между тем изображение можно описать в единицах физического размера его на жестком диске — например, в Мбайтах. В некоторых случаях информацию в графическом файле можно оценивать числом пикселей по каждой стороне растрового изображения. Вместе с тем, во всех вышеперечисленных способах необходимо знать закон, по которому разрешение в графическом полутоновом и цветном изображении вычисляется через линиатуру растра при растривании для каждого типа печатной продукции, запечатываемого материала и технологии печати. Самое простое, что надо сделать в этой ситуации, — это узнать информацию о разрешении непосредственно в типографии. Если такой возможности нет по каким-либо причинам, то можно воспользоваться диаграммой, показанной на рис. 42.

Для того, чтобы приблизительно оценить численное значение линиатуры растра, достаточно знать тип печатной продукции (запечатываемый материал и вид продукции), технологию печати. После этого, применив простую формулу, можно определить требуемое разрешение:

$$R = L \times Q_f \times M, \text{ где}$$

L — линиатура растра;

M — масштаб увеличения, в нашем случае $M=1$;

Q_f — коэффициент качества.

Время от времени возникают дискуссии по поводу его истинного значения. В реальности выбор значения коэффициента качества — проблема скорее «философская». Что важнее: незначительная потеря четкости в мелких деталях и контурах или неоправданно большие размеры файлов, сильная загруженность сети, стремительная потеря свободного дискового пространства? Все это ведет к потере времени и средств при обработке больших объемов графической информации. При оцифровке и обработке сюжетов информация несколько раз подвергается дискретизации. Полутоновой сигнал разбивается на дискретные порции информации, которые усредняются и считаются постоянными по времени и по координате (в пространстве). Это происходит на этапе ввода информации (при сканировании) и усугубляется при растривании, когда происхо-

дит преобразование числовых массивов (цифровые дискретные величины) иллюстративной информации в еще более дискретный микроштриховой вид (растровый вид) цветоделенных фотоформ, печатных форм. Согласно теории дискретизации численное значение коэффициента качества Q_f (аналог критерия Найквиста, NC) должно быть больше или равно 2. Бесспорно, это оправданно при сканировании, когда на основе линиатуры и масштаба определяется размер сканирующего пятна, происходит выбор апертуры. При последующих операциях мы всегда имеем дело с «условно» изменяющимся сигналом, так как до этого он уже был дискретизирован. Применение при растривании нетрадиционных методов, таких, как растривание со смещением и деформацией точек по контурам и других, позволяет пересмотреть незыблемость значения 2.

Коэффициент Найквиста, или критерий Найквиста, — синоним коэффициента качества. Этот коэффициент был в 1928 году предложен Г. Найквистом, работавшим инженером в американской компании AT&T,

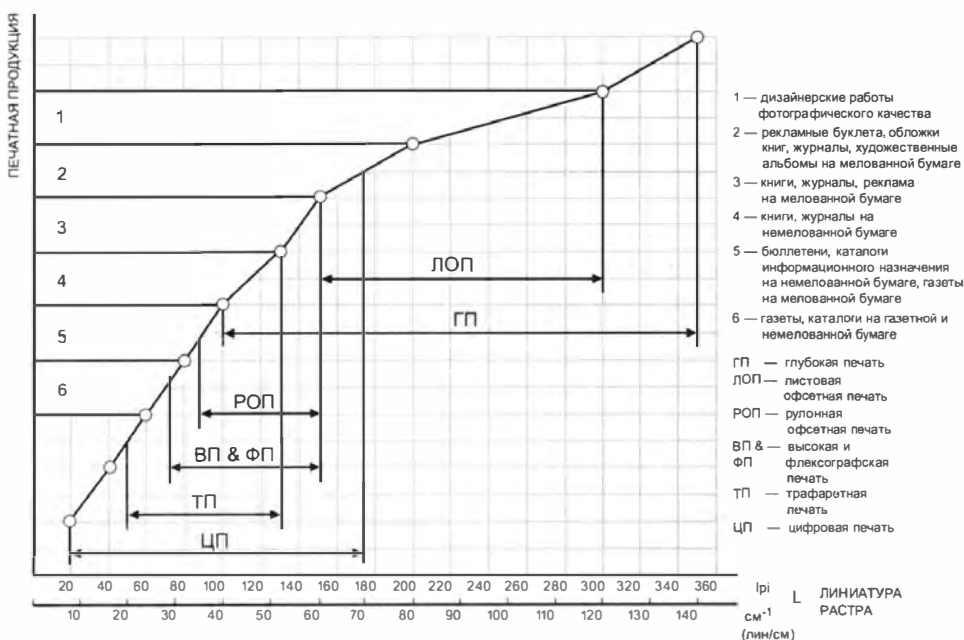


Рис. 42. Качественная оценка линиатуры растра для иллюстраций, исходя из вида печатной продукции, запечатываемого материала и технологии печати

и использовался при замерах непрерывного сигнала с ограниченным спектром. Данный критерий характеризует процесс приема информации с потерями или без потерь в зависимости от частоты дискретизации. Если $NC=2$, то говорят, что дискретизация происходит с частотой Найквиста — это верхняя граница коэффициента. Если $NC<2$, то выборка идет с донайквистовой частотой и при этом возможны небольшие потери информации. Если $NC>2$, то выборка идет с супернайквистовой частотой, которая уже не будет независимой. В полиграфии используется синоним этого критерия — коэффициент качества, который используется для вычисления разрешающей способности R . Для полиграфии рекомендуется значение в следующем интервале: $Q_f = 1,5 \dots 2$.

Таким образом, несложные манипуляции с диаграммой и простое математическое вычисление позволят нам определить необходимый объем информации для растровых изображений.

Проблема выбора

Когда существуют несколько точек зрения на одно и то же явление или сущность, то обычно говорят, что истина находится где-то посередине. К большому сожалению, данное противоречие указывает не на возможность нахождения истины, а скорее на существование проблемы. Эта проблема — проблема выбора, оценки качества, технологических норм и стандартов, принятия решения, профессиональной пригодности, квалификации — порой сводит на нет подготовительный и начальный этапы любого процесса, а также ставит под сомнение весь дальнейший путь получения качественного результата.

Существующий технологический цикл «оригинал—оттиск» решает эту основную и главную задачу современной полиграфии, а именно воспроизведение и репродуцирование многоцветной иллюстрации на оттиске в тираже издания. Технические характеристики оригинала, которые оцениваются при приемке, очень сильно влияют на конечный результат (оттиск). А ответствен-

ность, которая принимается специалистами на себя при оценке оригиналов, напрямую влияет на качество прохождения рабочего потока (workflow) в цикле ввод—вывод. Вследствие этого так важно уметь правильно задавать технические и технологические вопросы при обсуждении полиграфического проекта (издания, печатной рекламы, изделия) на предварительном этапе. Ибо тогда имеется шанс получить вразумительный ответ, который и будет способствовать нахождению истины.

Изменение технологической концепции в полиграфическом воспроизведении, «оцифрованное» мышление, сквозное профилирование систем и устройств, а также сетевой подход к решению полиграфических задач способствуют сокращению многозвенности полиграфического процесса и сближению во времени его «начала» и «конца» — оригинала и оттиска. К сожалению, растущая доступность средств ввода информации и компьютерных технологий порой формирует у заказчика неправильное представление об оригиналах, используемых в полиграфии. Заказчик ошибается, когда считает, что цифровая обработка иллюстративной информации может сделать из любого оригинала качественную иллюстрацию. А это не совсем так! Оригиналы для качественного полиграфического воспроизведения должны тщательно подготавливаться, подбираться и удовлетворять технологическим требованиям полиграфических проектов.

Основными же техническими требованиями для всех оригиналов являются достоверность и достаточность информации и отсутствие дефектов, которые мешают восприятию изображения или искажают сюжетные детали иллюстрации.

Большое многообразие и различия оригиналов по виду, изготовлению, форме, материалам, красителям предполагает, что выбор и контроль качества оригиналов для репродуцирования должен осуществлять специально подготовленный и имеющий представление о технологическом процессе персонал. В своей работе по приемке и контролю качес-

тва оригиналов он должен руководствоваться требованиями отраслевых стандартов и ГОСТов (например, ОСТ 29.106-95).

Результаты контроля желательно отображать в техническом паспорте оригинала. При работе с оригиналами необходимо соблюдать технологические правила по их хранению, перемещению, эксплуатации и транспортированию.

Цифровая фотография

Период с 1991 по 1994 годы стал переломным. Профессиональные полиграфисты и издатели перестали шарахаться от настольных издательских систем (DTP), и началось внедрение нового технологического процесса производства печатной продукции. Технологии DTP создали совершенно новый путь подготовки оригинала к изданию и издания — к печати. Этот путь изменил традиционные организационные структуры и технологии создания полиграфической продукции.

В 1997–1999 годах подобную трансформацию пережил мир фотографии. После того как цифровые фотоаппараты очень быстро превратились из дорогой игрушки в



Рис. 43. Цифровой оригинал — цифровой файл в формате JPEG. Цифровая камера OLYMPUS G 4000 (4 Mpix)

профессиональный инструмент, изменилась и традиционная роль фотографов.

Очевидное изменение связано с оперативностью получения изображений. Больше не приходится ждать отпечатков из фотолаборатории. Фотограф и заказчик могут просмотреть снимок на мониторе компьютера практически сразу после щелчка затвора и/или на некоторых моделях до момента фотографирования. Если что-то не так, можно тут же сделать повторный снимок и нет необходимости еще раз проводить всю подготовку.



Рис. 44. Цифровой оригинал — цифровой файл в формате JPEG. Цифровая камера Canon IXUS 700 (7 Mpix)

Цифровая фотография также позволяет фотографам экспериментировать, искать и, как правило, находить верное решение.

Нынешние фотографы, работающие для полиграфии, проявляют огромный интерес к цифровым камерам, матрицы которых имеют эффективное количество пикселей 8–12–17 Мрх и более. Они все интенсивнее используют их преимущества в рамках цифровой технологии, постепенно отказываясь от пленочной или аналоговой идеи. Доля цифровых оригиналов и/или файлов, используемых в полиграфии, стремительно растет. По технологическим прогнозам фирм, работающих в полиграфическом секторе дорецептурных процессов, и производителей оборудования для ввода информации, доля иллюстрационной информации, подготовленной цифровыми камерами, составит в 2010 году 80%. Таким образом, на долю цифровых сканеров останется только 20% от общего объема информации, которая будет обрабатываться в дорецептурных процессах. Профессиональные фотографы переходят на «цифру», а основные производители профессиональных сканеров, наоборот, сокращают производство и в лучшем случае не разрабатывают и не предлагают новые модели устройств ввода информации. Более того, многие фирмы прекращают оказывать техническую поддержку старых моделей 5–7-летней давности выпуска. Таким образом, наступили времена, когда происходит переход от цифровых сканеров к цифровым камерам. И хотя для многих специалистов

такая постановка вопроса может показаться полным абсурдом и бредом, все же существующие тенденции развития технологий на этапе ввода информации указывают на то, что наступают другие времена. Цифровые технологии, которые получают все большее развитие, решительным образом меняют роли и функции участников технологических процессов в современном дорецептурном производстве. «Цифра» становится основой всего производства в цикле ввод—отображение—формный процесс—вывод. Однако цифровые технологии не противостоят старым решениям адекватного воспроизведения цвета, а опыт, приобретенный в доцифровые времена, обобщен и используется как в программном обеспечении, так и в моделях универсального цветового пространства PCS (CIE L*a*b* или CIE XYZ и их модификации) для увязки профилей. Это пространство используется для согласования и преобразования информации между устройствами ввода, отображения, вывода. Развитие модели цветового пространства (модификация, приближение к равноконтрастности, универсальность), участвующего в стыковке профилей аппаратно-зависимых цветовых пространств RGB-, CMYK — устройств, идет по пути приближения к перцептивным моделям, то есть основанным на восприятии цвета наблюдателем-человеком. Основная доминанта изменения PCS хорошо согласуется с высказыванием Райта (Wright W.D.), приведенным в книге «Лучи не имеют света», о том, что «наши ощущения



Рис. 45. Цифровой оригинал — цифровой файл в формате JPEG. Цифровая камера KONICA MINOLTA A2 (8 Мрх)

цвета — внутри нас, и до тех пор, пока нет наблюдателя, воспринимающего цвет, нет и самого цвета». Здесь трудно что-либо добавить — об этом лишь нужно помнить как приверженцам психологической точности при воспроизведении изображения оригинала на оттиске, так и их оппонентам.

Раньше фотограф изготавливал слайды, фотографии или негативы. Если снимки были четкие, с хорошей композицией и правильно передавали цвет, он заканчивал свою работу. Сегодня фотограф отвечает не только за качество изображения, но и

за пригодность электронного файла к дальнейшему использованию. К этому должны привыкнуть не только фотографы, но и художественные редакторы, которым придется изменить привычные критерии оценки работы фотографов. И хотя цветоделением пока занимаются другие специалисты, фотографы все же вынуждены познакомиться с особенностями преобразования цветовых пространств RGB и CMYK. Широкое распространение цифровой фотографии повлияло и на работу репроцентров и рекламных бюро.



Глава 9

СКАНИРОВАНИЕ И ГРАДАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Чтобы нагреть воду,
между нею и огнем
нужно поместить сосуд

Энтони де Мело

Сканирование аналоговой информации

В полиграфическом производстве основной целью технологического процесса является получение постоянного, предсказуемого результата с высоким качеством цветовоспроизведения при множественном репродуцировании. При соблюдении необходимых условий цифровые технологии позволяют обеспечить постоянство входных и выходных параметров на протяжении всего рабочего цикла и добиться качественного воспроизведения изображения оригинала на оттиске.

Повысить управляемость полиграфического процессом, усилить контроль качества цветовоспроизведения, сделать более доступным и эффективным технологический процесс воспроизведения оригинала на оттиске — вот неполный перечень задач, которые стоят перед цифровыми технологиями.

Наиболее сложным по управлению технологическим участком в полиграфии является препресс, где происходят окончательное формирование цифрового представления изоб-

ражения и подготовка тоновой иллюстративной информации для многокрасочной печати.

Ввод и цифровая обработка информации для печати, несмотря на кажущуюся простоту, представляют собой сложный процесс, который характеризуется межмодельным переходом с одновременным сжатием цветового пространства и неизбежным усечением информационного поля при решении задач полиграфического репродуцирования.

Схематически разнообразие задач, которые при этом решаются и оказывают непосредственное влияние на процесс репродуцирования, можно представить в виде структурной схемы, показанной на рис. 46.

С развитием компьютерных технологий инструментальные средства, оборудование, материалы, средства коммуникаций и связи становятся все более доступными. Это, в свою очередь, приводит к снижению трудоемкости препресса, к технологической концентрации процесса, снижению затрат и уменьшению себестоимости продукции. Однако при этом возрастает участие в препрессе специалистов, которые в полной мере не обладают знаниями полиграфичес-



Рис. 46. Информационное поле полиграфического репродуцирования, где 1 — ввод информации, 2 — синтез цвета, 3 — зрительное ощущение и восприятие.

ких технологий и в связи с этим вносят в полиграфический язык и терминологию свой компьютерно-технический сленг, во многих случаях не только засоряя речь, но и создавая неопределенность. Различное толкование терминов и понятий приводит порой к трагикомическим ситуациям.

На этом стыке знаний и технологий происходит «информационная революция» в полиграфии, которая меняет не только информационное поле знаний в полиграфии, но и информационное отношение к технологическому процессу. Так, например, печатная машина воспринимается не как «культовый объект» (технологический или технический), а скорее как обычное рабочее место или периферийное устройство, составная часть большой современной информационной системы, компьютерной сети.

Приступая к реализации конкретного полиграфического проекта, необходимо в самом начале четко определить задачи полиграфического репродуцирования, определив следующие параметры:

- вид полиграфической продукции (информационный бюллетень, книга, журнал, рекламный материал, высококачественная художественная репродукция);
- периодичность выпускаемого издания;
- тираж издания;

- тип используемой бумаги (запечатываемый материал);
- тип печатного устройства.

Вид продукции формирует требования к оборудованию и запечатываемому материалу в допечатном, печатном, послепечатном и отделочном производствах. Периодичность издания обуславливает дополнительные требования к производительности и количеству используемого оборудования, а также к рабочему циклу и количеству смен. Тираж определяет выбор печатного устройства (листовая или рулонная печатная машина) и материалов в формном производстве. Запечатываемый материал диктует линиатуру печатного издания. Например, для газетной бумаги линиатура всегда меньше 100 lpi, а для глянцевой мелованной бумаги она может значительно превышать 200 lpi.

Характеристики бумаги необходимо учитывать и при цветodelении, оценивая параметры по растискиванию (оптическому и механическому), суммарному количеству краски в процентах по СМУК, максимальному количеству краски в глубоких тенях в процентах по краскам триады, которое типография обязуется воспроизвести на запечатываемом материале не плашкой.

Последнее замечание особенно важно для черной краски, так как печатники всегда боятся непропечатки текста и не скупятся на подачу черной краски.

Печатная машина также вносит свою лепту в растискивание (механическое): у рулонной машины оно всегда выше, чем у листовой.

Только учитывая все эти параметры в совокупности, можно технологично и грамотно организовать производственный процесс, технически верно выбрать и использовать дорогостоящее оборудование.

В настоящее время оцифрованные изображения используются в полиграфии и в коммуникационных системах, в системах архивации и каталогизации информации. Цены на оборудование ввода графической информации в зависимости от вида деятельности могут меняться в очень широком диапазоне: от нескольких сотен долларов до нескольких сотен тысяч долларов. Наиболее жесткие

требования к системам сканирования предъявляются в препresse, который по-прежнему рассматривается как элемент полиграфии независимо оттого, на каком удалении от печатной машины он осуществляется.

Фирмы – производители предлагают следующие типы устройств, применяемых при сканировании: барабанные сканеры, планшетные сканеры, слайд-сканеры (подробнее о сканерах см. главу 11), а также цифровые видеосредства и цифровые фотокамеры.

Сканеры ручные и листопротяжные в полиграфии практически не применяются.

Оценка объема загрузки устройств ввода графической информации и обработки изображений, периодичность выпускаемой продукции, качество используемых оригиналов — все это имеет непосредственное отношение к выбору типа устройства при сканировании.

Выбор типа устройства только по критерию обработки оригиналов в проходящем (диапозитивы или негативы) или в отраженном (оригиналы на непрозрачной основе) свете является некорректным. Опытный технолог всегда помнит простую истину, что нет плохого оборудования — есть оборудование, используемое не по назначению.

Любое изображение характеризуется некоторым множеством или совокупностью параметров, соблюдение которых в ходе подготовки и печати издания обеспечивает (по возможности с минимальными потерями) используемым при оцифровке оборудованием.

Критериями выбора и граничными условиями I рода решаемой задачи при вводе графической информации являются, как правило, следующие параметры:

- вид оригинала;
- источники света;
- приемники света;
- динамический диапазон оптической плотности (D), максимальное (D_{\max}) и минимальное (D_{\min}) значения оптической плотности;
- разрешение устройств ввода информации;
- разрядность цвета (глубина цвета);

- скорость обработки и ввода информации;
- область отображения (сканирования);
- цветовые модели;
- форматы графических файлов;
- основное и дополнительное программное обеспечение;
- траектория сканирования;
- апертура сканирования.

Корректность выбора граничных условий в рамках выбранного формата полиграфических задач обеспечит выполнение основного требования для ввода графической информации, а именно, минимальное вмешательство в отсканированное изображение. Идеалом является полное отсутствие такового, что легко объяснить: современные сканирующие устройства высокого класса при обработке цвета работают с расширенным цветовым пространством (12—16 бит/канал, 2^{36} — 2^{48} цветовых тонов) по сравнению с программами обработки изображений (8 бит/канал, 2^{24} — 2^{32} цветовых тонов). Сканеры высокого класса (Screen SG-8060p, CromaGraph 3900, Cezanne Elite, EverSmart Supreme) позволяют еще в процессе подготовки перед сканированием учесть печатный процесс, а также выполнить цветоделение, цветокоррекцию. Устройства данного класса могут очень корректно подготовить цифровую информацию к формному и печатному процессам в соответствии с требованиями типографии для конкретных параметров полиграфического проекта.

Процесс репродуцирования можно даже нормализовать и стабилизировать при грамотном использовании профилей устройств, участвующих в процессе: ввод-отображение-вывод. Однако необходимо понимать, что за использование профилей устройств придется расплачиваться высоким качеством оцифровки.

Да, вы получите нормализованный и стабильный результат, но качество будет только средним или, в лучшем случае, хорошим. Все это происходит из-за того, что человек (профессиональный оператор сканирования) почти исключен из процесса обработки информации при сканировании по

профильной методике. Хотя еще Протагор говорил, что «человек — мера всех вещей», и ни один профиль пока не может заменить глаз и мозг человека. Все аппараты высокого класса, как правило, имеют эту опцию, но они, прежде всего, ориентированы на человека, специалиста, Мастера, который знает, зачем он сканирует: и для чего и что нужно делать для достижения высокого качества оцифровки. Поэтому ему и предоставляются дополнительные возможности и полная свобода экспертной настройки параметров цветоделения, цветокоррекции с маскированием, нерезкого маскирования (контурная резкость) и просмотра результатов с высоким разрешением.

Для специалиста сканер — это инструмент, с помощью которого он вводит информацию и организует начало рабочего потока, и только профессиональный оператор знает, как нужно играть на этом «многострунном рояле». Сло В. Кандинского о том, что «цвет — это клавиши, глаза — молоточки, душа — многострунный рояль» наиболее точно характеризуют «цели и смыслы» процесса сканирования. Качество оцифрованного сюжета оценивается не тем, как он выглядит на мониторе компьютера, а качеством печатного оттиска в тираже. В этом вся квинтэссенция процесса сканирования и подготовки изображения к печати.

Технология сканирования

Может, это и покажется кому-то странным, но в полиграфии все начинается не с «альфы», а с «омеги» — не с начала, а с конца. А именно с анализа требований печатного процесса и изучения возможностей печат-

ной машины работать на предлагаемом за печатываемом материале.

Главная задача (цель) репродуцирования — как можно точнее воспроизвести оригинал на оттиске. Подобная постановка задачи предполагает, что оригиналы, используемые при оцифровке, профессионально подготовлены и удовлетворяют отраслевым требованиям и/или международным стандартам (например, ОСТ 29.106-95). В силу большого различия оригинала и оттиска по технологии изготовления, красителям, основе добиться физической точности воспроизведения, согласно оценке точности по Н.Д. Ньюбергу, на практике невозможно.

Однако создание иллюзии реальности и обеспечение узнаваемости репродуцированного сюжета на оттиске позволяют добиться приближения к психологической точности воспроизведения.

Когда есть иллюзия и узнаваемые ощущения, то есть и комфортность при восприятии иллюстративной информации в печатном издании. Такой подход содействует устранению возникающих противоречий и гарантирует технологичное моделирование процесса информационного ввода и обработки изображений, а также дает возможность еще перед оцифровкой спрогнозировать результат получения репродукции на тиражном оттиске.

Полиграфическое воплощение проекта — процесс, состоящий из множества противоречий и факторов, которые оказывают непосредственное влияние на весь технологический цикл оригинал-оттиск. И только благодаря разработанной технологии «ввод—отображение—формный процесс—печатный процесс» удастся решить задачу



Рис. 47. Точность цветопроизведения по Н. Д. Ньюбергу.

многоцветной печати иллюстраций. Здесь нет главных и второстепенных звеньев в технологической цепочке — все и/или каждый этап важен.

Сканирование начинает и организует информационный рабочий поток, и оттого, как он сформирован, во многом зависит будущее проекта. В технологии сканирования ярко выражены две тенденции, два подхода при организации процесса как такового.

Первый подход — это классическая идеология, в которой упор делается на использование аппарата ввода высокого класса (сканер, цветокорректор) с динамическим диапазоном $\Delta D \geq 3.8$ и высокой разрядностью цвета 14... 16 бит на канал, а также на высококвалифицированный персонал в лице оператора сканирования и цветоделения. Данная технология ориентирована на специалиста, на его опыт и знания полиграфических технологий: сканирования, цветокоррекции, цветовой ретуши, формного и печатного процессов, калибровки системы ввода—отображение—вывод. Классическая технология, которую назовем, как в старые добрые времена, CEPs (Color Electronic Prepress System — система электронной цветной допечатной обработки), предоставляет полную свободу оператору сканирования, и если он Мастер, то результат оцифровки будет сравним с «произведением искусства». Иллюзия реальности и правдивости цвета, градаций будет естественной, а восприятие иллюстрации в публикации — комфортным. Однако технология CEPs требует немалых средств, затрачиваемых на приобретение высокоточного сканирующего оборудования, устройств измерения и контроля цвета, а также на обучение высокопрофессионального специалиста-полиграфиста, равно владеющего компьютерными и полиграфическими технологиями. В этом заключается уязвимость технологии CEPs, так как из-за присутствия в ней «человеческого фактора» снижаются надежность и стабильность получения необходимого результата.

Другое направление в развитии методов обработки информации и в подходе к

технологии сканирования — профильная идеология, ориентированная на универсальный стандарт ICC — International Color Consortium. Международный консорциум по цвету, в который вошли такие фирмы, как Adobe Systems Inc., Agfa—Geavert N.V., Apple Computers Inc., FOGRA, Microsoft Corporation, Eastman Kodak Company, Sun Microsystems, Silicon Graphics Inc., Taligent Inc., в 1993 г. создал универсальный и не зависящий от компьютерной платформы стандарт. По прошествии двух лет данный стандарт ICC был представлен на тестирование. Он позволяет описать любое устройство, работающее с цветом, и охарактеризовать его цветовым профилем.

Цветовой профиль — это файл, осуществляющий поддержку разнообразных цветковых моделей цветового пространства на основе общего принципа (метода) межплатформенного блока (CMM — Color Matching Methods) и/или системы управления цветом (CMS — Color Management System). Универсальный стандарт ICC и принцип управления цветом (CMS) позволяют конвертировать цветковые данные любых устройств ввода—отображения—вывода, а также работать и поддерживать цветковые модели CIE XYZ, CIE L*a*b*, CIE L*CH_{ab}, RGB, HSV, CMY, CMYK и модели Hi Fi Color. Профиль состоит из заголовка, таблицы признаков (тэгов) сопровождающие передаваемые данные со своей структурой (признак считывания, размер, знак), таблиц с информационными данными, связанных с набором тэгов, которые описывают структуры данных, их размер, позиции. Структурная карта формата файла цветового профиля должна соответствовать стандарту ICC (например, ICC.1:2001-12, версия 4.0.0).

Принципиальная схема цветового профиля показана на рис. 48, где цифрами 1, 2, 3, 4, 5 обозначены заголовок профиля размером в 128 байт (1), таблица признаков-тэгов (2, 3, 4), сопровождающих передаваемые блоки информации (5) соответственно. Каждая таблица тэгов имеет «признак считывания» размером 4 байта (2) в начале таблицы, а каждый признак имеет размер 12 байт (3, 4). Элементы данных и блоки цветовой ин-

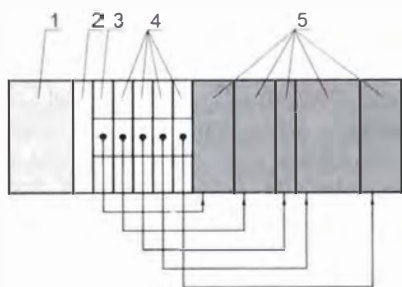


Рис. 48. Структурная карта формата файла цветового профиля

формации, которые сопровождаются тэгами, имеют переменный размер.

Файл профиля устройства сегодня является неотъемлемой частью современной технологии репродуцирования. Эта технология основана на механизме управления цветом, функции которого возложены на систему управления цветом, известную по аббревиатуре CMS — Color Management System. Профили различных устройств, участвующих в процессах цветовоспроизведения, исполняют роль информационного звена и/или некоего канала связи, который призван нести правдивую информацию. Для того чтобы получить профиль устройства, специалисты, работающие в индустрии цвета, используют сегодня все возможности современной колориметрии и измерительной техники, математические модели, методы и алгоритмы, а также специальное программное обеспечение и компьютеры. Не смотря на все до-

стигнутые в этом направлении успехи, специалисты должны понимать и помнить, что технология, которая для этого применяется, не улучшает качества цветовоспроизведения, как такового, при репродуцировании. Она лишь способствует получению достоверной информации, в рамках действующей модели, о цветовом пространстве устройства. Более того, эта информация, по большому счету, справедлива только на момент измерения в данное время и в конкретном пространстве.

Массив данных, содержащихся в данной информации используется в процессах согласования и имитирования цвета между моделями цветовых пространств устройств, участвующих в процессе репродуцирования. Результат этих манипуляций мы, как правило, оцениваем по оттиску при печати или по готовому полиграфическому изданию, каковыми могут быть и рекламная листовка, и гляцевый журнал. Поэтому для специалиста иногда бывает очень важно понимать и уметь оценивать данные, которые содержатся в файле профиля устройства, работающего с цветом. Обычно эта информация находится в таблице тэгов и в массиве наборов тэгов, имеющих многоуровневую структуру, как правило, трехуровневой последовательности. Для наглядности этих и некоторых других положений авторы показали на рис. 49 поэлементную структуру файла профиля, где постарались по возможности



Рис. 49. Поэлементная структура файла профиля устройства

отобразить основную информацию, содержащуюся в профиле устройства.

При описании структурной карты файла профиля было указано, что размер заголовка профиля имеет специально оговоренную длину в 128 байт. Стандарт зафиксировал это значение для того, чтобы оптимизировать работу программ, использующих профиль. Таким образом, осуществляется нормирование работы с приложениями в целях упорядочивания поиска и сортировки информации. Более того, заголовок профиля содержит 18 полей и за каждым информационным полем закреплены конкретные позиции по количеству байт, их месту и диапазону. Информационные поля содержат следующую информацию: размер файла (0...3 байт), рекомендуемый метод СММ (4...7 байт), номер версии файла профиля (8...11 байт), класс описываемого устройства (12...15 байт), входное цветовое пространство данных или производное от него (16...19 байт), выходное пространство согласование профилей PCS (20...23 байт), время и дату создания профиля (24...35 байт), сигнатуру файла профиля (36...39 байт), изначальную компьютерную платформу (40...43 байт), специальные метки для нормирования работы СММ с КЭШ—памятью и последовательностью выполнения работ (44...47 байт), производитель устройства (48...51 байт), описание модели устройства (52...55 байт), особенности устройства и тип носителя изображения (56...63 байт),

тип цветопередачи (64...67 байт), координаты XYZ-значений нормированного источника света (68...79 байт), описание программы использованной для построения профиля (80...83 байт), характерный и индивидуальный номер профиля (84...99 байт), резервный интервал для будущих определений и характеристик профиля устройства (100...127 байт). Таблица тэгов и комбинация внутритэговой информации в общем виде показана на рис. 49. В этой структуре таблицы тэгов исполняет роль общего оглавления необходимого для описания однозначной связи с внутритэговыми данными, которые призваны обеспечить выполнение основных задач профилем при взаимодействии с СММ и CMS. Это взаимодействие обеспечивается всей совокупностью тэгов как обязательных, так и дополнительных и даже частных.

В общем виде, все профили, работающие в рамках стандарта ICC, можно характеризовать и через так называемые классы. Блок-схема и классификация классов профилей показана на рис. 50.

Как правило, все основные классы профилей можно разделить еще на некоторые разновидности по использованию алгоритмов и механизмов взаимодействия: метод N-component LUT, базовый алгоритм трехкомпонентной матрицы, монохромный метод серой тон-репродукционной кривой. Для наглядности представления этой информации, авторы ее разделили и показали отдельно на рис. 51, 52, 53 соответственно для классов профиля устройств: устройство ввода (сканер, цифровая камера), устройство отображения (монитор, дисплей компьютера), устройство вывода (принтер, цветопроба, печатная машина).

Анализ профильной идеологии, предложенной цветовым консорциумом, показывает нам, что она базируется на философии «концов и начал», а воплощая ее технология призвана обеспечить доступ к достоверной информации и/или к точному информационному сообщению. Это сообщение должно быть правдивым и непротиворечивым, а также полностью соответствовать принятым договоренностям и нормам,



Рис. 50 Иерархия классов профилей

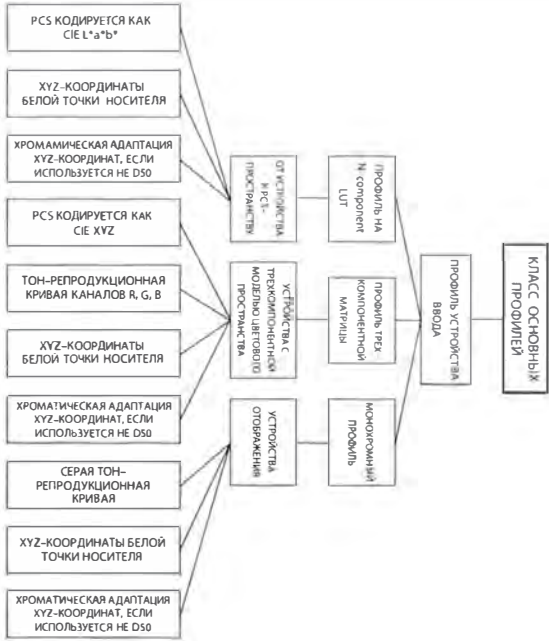


Рис. 51 Класс профилей устройств ввода

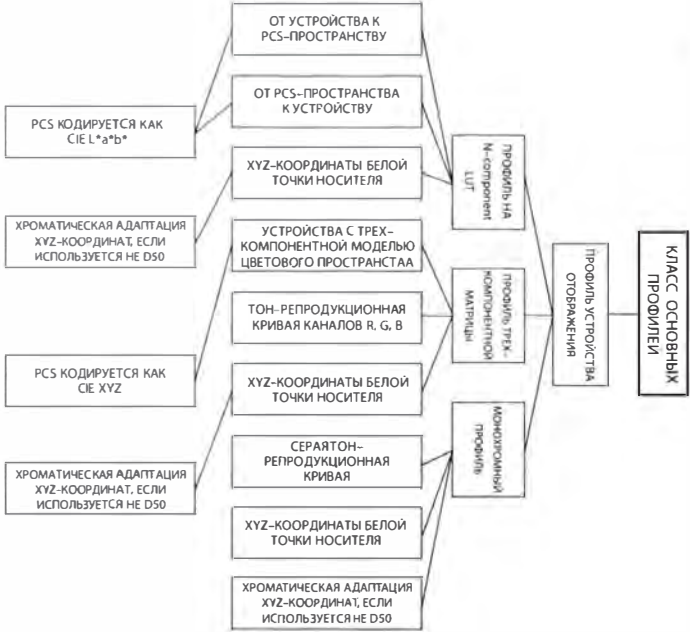


Рис. 52 Класс профилей устройств отображения

прописанным в стандарте. Между тем, иногда, возникает необходимость описания специальных процессов, которые выходят за рамки типичных ситуаций. Эти положения

описаны в стандарте, например, для 5-цветов, для цветовых преобразований между аппаратно-независимыми PCS пространствами, для необратимых (односторонних)

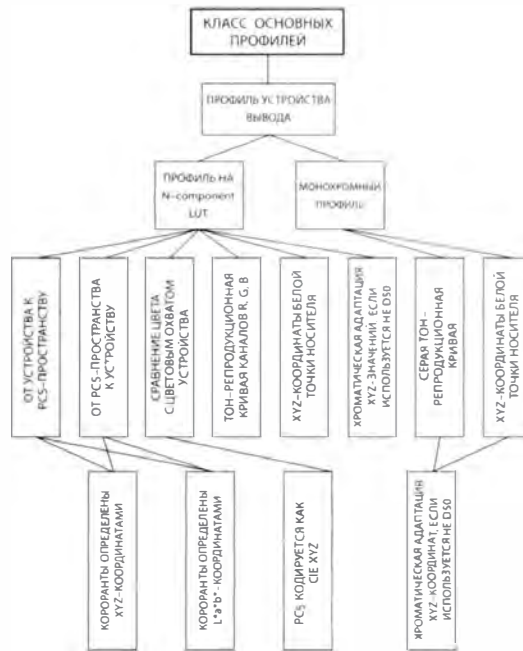


Рис. 53. Класс профилей устройств вывода

преобразований между устройствами или для абстрактных цветовых преобразований. Для выхода из таких неопределенных ситуаций стандарт предлагает использовать дополнительные профили — некоторые, из которых показаны на рис. 54. Эта информация, показанная на рис. 54, характеризует их как по цветовым преобразованиям, так и по функциональности и возможности внедрения в файл изображения.

Классификация профилей наглядно демонстрирует нам то, что профили устройств не только характеризуют устройства на момент измерений, но и участвуют в цветовых преобразованиях всевозможного рода. Они снабжают систему управления цветом достоверной информацией, которая обрабатывается специальными алгоритмами. Практически все эти алгоритмы можно объединить в две большие группы, каковые осуществляют преобразования данных о цвете в направлении от модели цветового пространства устройства к универсальному эталонному пространству PCS и, наоборот, от PCS до аппаратно—

зависимого цветового пространства устройства. Таким образом, осуществляется обмен данными через управляющий компьютер со всеми приложениями, для которых необходимо выполнить цветовые преобразования с учетом конкретной модели цветового пространства устройства. Стандарт формата, который использовался для файла профиля устройства, разрабатывался как межплатформенный эталон. Поэтому, согласно спецификациям ICC, файл профиля может присутствовать в системе управления цветом как в явном виде на жестком диске управляющего компьютера, так и в неявном виде, то есть он может быть непосредственно встроен в файл изображения. Философия данного формата основана на межплатформенной совместимости, которая предоставляет пользователям и специалистам значительную свободу, а также право, при обмене и передаче информации о цвете. Здесь нет ограничений ни со стороны операционных систем (MAC OS, WINDOWS OS), ни со стороны локального компьютера, целевого

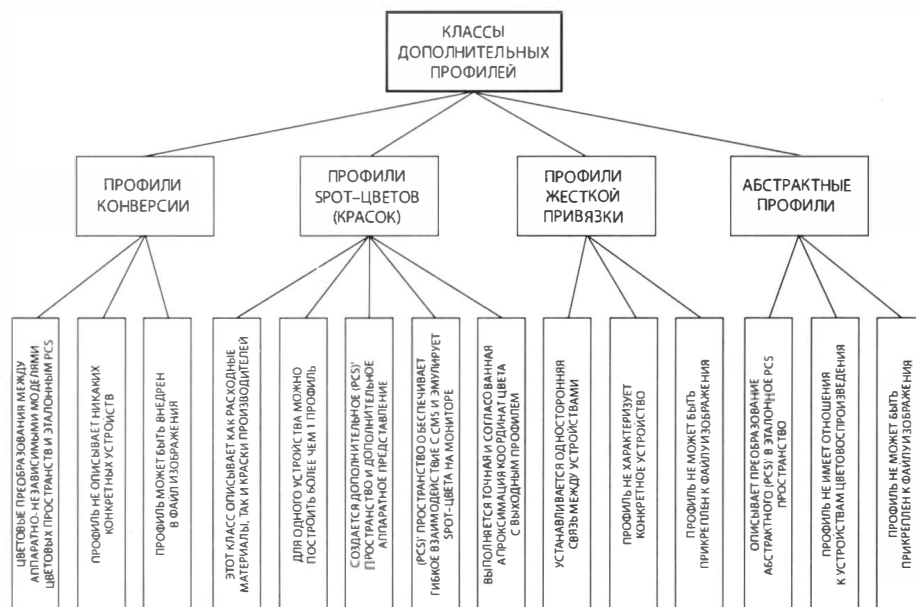


Рис. 54. Основные характеристики дополнительных профилей.



Рис. 55 Основные форматы файлов изображений, поддерживающие внедрение профиля устройства в свой формат.

компьютера или компьютерной сети. Заблаговременно принятые договоренности между участниками проекта, позволяют внедрять профильную информацию в большое количество файлов изображений. На рис. 55 показаны основные форматы файлов изображений, которые пол-

ностью соответствуют спецификациям ICC по межфайловой совместимости и требованиям по внедрению профильной информации в свой формат.

Форматы файлов изображений, показанные на рис. 55, поддерживают практически все классы профилей (рис. 51, 52, 53, 54) за

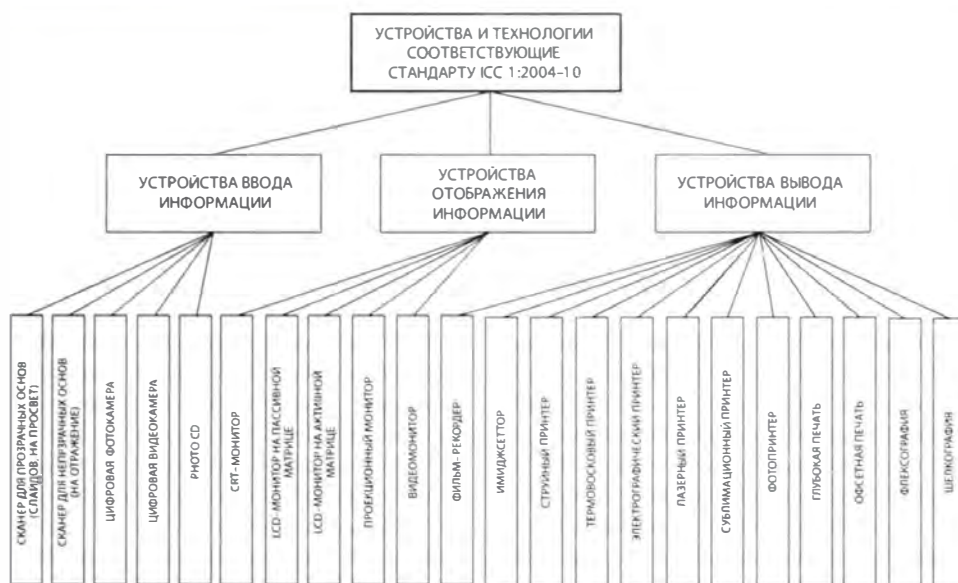


Рис. 56. Стандартные устройства и технологии, соответствующие спецификациям стандарта ICC 1:2004—10 для версии 4.2.0.0 файлов профилей

исключением только двух: классов абстрактных и жесткой привязки профилей. Эти два класса профилей имеют специальное предназначение, которое обеспечивает фиксированное (определенное) преобразование информации о цвете для преследования специфических целей или для обеспечения особых цветовых эффектов при преобразованиях (PCS) – PCS.

Международный консорциум по цвету (ICC) разработал и внедрил стандарт профилей устройств, работающих с цветом. Этот стандарт постоянно развивается и совершенствуется в течение последних 10 лет. Его создатели, сами того не предполагая, создали все необходимые предпосылки для организации новых подходов в информационном обеспечении технологий и процессов востребованных в полиграфии при репродуцировании. Они изменили полиграфию и приблизили ее по свойствам и сути к техническим информационным системам.

На сегодняшний день более 20 устройств, работающих с цветом в цикле ввод—вывод, прошли сертификацию и полностью соответствуют спецификациям действующего стандарта ICC1:2004–10. Для каждого из них

можно построить профиль, например, в версии 4.2.0.0. Классы и группы этих устройств показаны на рис. 56. Несмотря на то, что эти устройства используют разные технологии, все они полностью удовлетворяют требованиям по совместимости в работе с системами управления цветом.

Теперь специалисты могут перемещать изобразительную информацию с внедренными профилями, сами профили устройств между различными компьютерными платформами, компьютерными сетями. Технические системы, созданные на базе этой идеологии, стали использовать новую систему связи между полиграфическими устройствами в качестве информационных каналов, которые органично соответствуют и не противоречат определениям и свойствам парадигмы рабочего потока. Интерфейс связи между информационными каналами обеспечивается эталонным и универсальным цветовым пространством PCS, которое кодирует данные о цвете, поддерживает цветовые преобразования между устройствами и осуществляет сжатие (расширение) цветовых значений при цветопередаче. Из стандарта ICC сле-

дует, что PCS – пространство основывается на колориметрических измерениях, цветовых ощущениях, которые количественно призваны характеризовать цветовые стимулы. Не смотря на то, что колориметрия, по определению, не зависит от цветовоспроизводящих устройств, процессов и поверхностей, прозрачных и непрозрачных основ, проблемы с цветовосприятием все равно остаются и имеют место быть в полиграфии и в других областях, где используется цвет. Для специалистов, работающих с цветом нет секретов в том, что на практике всегда имеются несоответствия и различия между цветовыми охватами устройств и цветовыми охватами носителей изображительной, визуальной информации и изображениями в том числе. Поэтому, и исходя из выше изложенных аргументов, стандарт ICC предлагает использовать несколько типов – механизмов цветопередачи, а именно: колориметрически точная (абсолютная колориметрически точная, относительная колориметрически точная), цветопередача по общему восприятию, цветопередача по насыщенности. Так как теория цветовосприятия человека еще только формируется и имеет пока много темных пятен, которые исследуются и изучаются учеными и исследователями, то многие проблемы цветопередачи, цветовоспроизведения остаются не решенными в полиграфии и в других областях деятельности человека, связанных с цветом. По этим причинам и не только, многие задачи художественного, эстетического, производственного назначения остаются до сих пор нерешенными или требуют для своего решения огромных затрат и усилий, что делает их воплощение экономически не выгодным.

Новая информационная парадигма в полиграфии все же прижилась и постепенно вытесняет человека – специалиста из технологических процессов в цикле ввод – отображение – вывод. На сегодняшний момент шаги в этом направлении еще не большие, но с каждой версией стандарта, например, ICC-1:2004 – 10, они становятся все увереннее и учитывают допущенные

промахи, недоработки, несогласованности, имеющиеся в более ранних версиях. Постепенно механизм стандарта дорабатывается, и сегодня уже делаются настойчивые попытки учесть такие факторы как хроматическую адаптацию и условия просмотра, освещения, так и эффекты, связанные с внешним окружением, фоном, данными носителя изображения. Учет этих и некоторых других очень важных положений позволит изменить механизм цветовоспроизведения, масштабирования цветового охвата, снизить цветовые искажения, например, для мониторов и отражающих поверхностей, коими могут быть оттиск пробной печати, цветопробы или полужелтый при печатании тиража издания.

Профильная технология — это не только настойчивая попытка уйти от «человеческого фактора» в процессе ввода и обработки информации и/или по возможности исключить человека из технологического процесса, но и необходимое условие для обеспечения замкнутости всех систем в рамках единого рабочего процесса и информационного потока иллюстрационной и текстовой информации

Такая постановка вопроса решает проблемы аппаратно-зависимых цветовых пространств RGB-, CMYK-устройств через использование универсального цветового пространства PCS (Profile Connection Space). Данное пространство одновременно выступает в роли согласующего и увязывающего звена в цикле ввод – вывод, через которое осуществляются все преобразования и вычисления координат цвета. Использование цветовой информации в рабочем потоке по схеме профиль – PCS – профиль позволяет на всех этапах сделать системы замкнутыми. Каждую замкнутую систему соответственно можно уже строго математически описать. Математическую модель в дальнейшем можно применить для оценки качественных показателей процесса через их количественное представление.

Тем не менее, на сегодняшний день такая технология (соединение несоединимого) может обеспечить только повторяемость результата, его стабильность, который сравним лишь со средним и, в лучшем случае, с

хорошим результатом сканирования. Вместе с тем это очень существенное достижение в полиграфии, которое позволило организовать калибровку системы ввод—отображение—вывод. Стабильность результатов на входе и выходе, цифровое их представление способствовали автоматизации процессов управления и выполнению контроля за технологической дисциплиной в цикле оригинал—оттиск. Отсутствие в профильной технологии звеньев, анализирующих сюжет по критериям восприятия, способности к «научению» при обработке различных и непохожих сюжетов по градациям, цвету, предметным формам, не позволяет добиться лучшего качества при оцифровке. Эти функции свойственны только интеллекту и мозгу человека.

В последние десятилетия XX века опять возродился интерес к «забытым» теориям и учениям о цвете. Это прежде всего работы Гёте и Геринга. Они (теории) ориентированы на человека, на его ощущение и восприятие цвета, а исследования зрительной системы физиологами, биологами и психологами показали, что эта система не так проста, как предполагали Юнг и Гельмгольц, а достаточна, сложна и многоступенчата. Модели зрительного ощущения работают только на уровне фоторецепторов, а модели восприятия — на уровне интеллекта и мозговых центров. Появляются новые модификации модели цветового пространства — цветовые модели, основанные на восприятии цвета человеком (например, модель 1994 года — $CIE\ L^*C_{H_{ab}}$).

Вследствие этого становятся понятными настойчивые попытки ввести в программное обеспечение блоки и элементы, имитирующие эти функции, которые объединяются под общим названием — искусственный интеллект. Последние исследования Российского института цвета (РИЦ) и работы Н. В. Серова указывают на перспективность этого направления. Более того, в устройствах высокого класса вводится тематическое разделение сюжетов по категориям цвета предметного, формы, категориям предметов в сюжете. Но выбор этих категорий все рав-

но остается за человеком. Таким образом, предпринимаются попытки объединить обе технологии в единый симбиоз и за счет этого решить все противоречия, присущие каждой технологии сканирования.

Задачи цветового и тонового воспроизведения

Большое многообразие оригиналов предполагает использование и большого количества способов, средств и методов, используемых при сканировании. Опыт, который приобретается при сканировании конкретного сюжета, в большинстве случаев нельзя напрямую использовать для обработки других изображений. Все сюжеты индивидуальны и неповторимы. Исключением может быть случай (правда, с многочисленными оговорками), когда оригиналы получаются при съемке похожих предметов в одних и тех же условиях освещения, в одно и то же время и на одном и том же фотоматериале. Причем этот фотоматериал обрабатывается при помощи одного и того же химического процесса. Понимание сути процесса сканирования приходит после оцифровки не одной тысячи сюжетов — или оно не приходит вовсе. Посему мы не будем рассматривать частности, а рассмотрим проблему в общем виде. Задачи, которые приходится решать при сканировании, можно разделить на пять групп. Причем, существует определенная последовательность и очередность их решения, которую нельзя нарушать — иначе результат будет непредсказуем. Основные задачи цветового и тонового воспроизведения, решаемые при сканировании, показаны на рис. 57.

При всем при том процесс сканирования нужно начинать с тщательного изучения оригинала. В процессе рассматривания оригинала (если он, конечно, не негатив, а слайд, фотография, рисунок и т.п.) запоминаются сам сюжет, его общий контраст, цвет важных деталей; оцениваются цветность, памятные цвета, общее впечатление и т.д. Общий перечень параметров может меняться и зависит от опыта и индивидуальных качеств оператора.



Рис. 57. Задачи цветового и тонового воспроизведения.

На первом этапе динамический диапазон оптических плотностей оригинала приводится к динамическому интервалу плотностей оттиска. Согласование интервалов плотностей осуществляется в соответствии с системой бумага – краска – печатное устройство (печатная машина). Этот момент очень важен, так как неправильный выбор чреват большими неприятностями, а именно, потерями деталей в светах и тенях. «Завал» теней и «провал» светов приведет не только к потерям деталей в сюжете, но и отрицательно скажется на общем контрасте изображения. Игнорирование параметров системы бумага – краска – печатное устройство, как правило, приводит к отсутствию растровой точки в светах (незапечатанная краской бумага) и плашечным заливкам в тенях. Изображение теряет «объем», становится «плоским», и нарушается тоновое распределение градаций.

У человека зрительный анализатор глаз – мозг очень чутко реагирует на градационные потери и изменения. Цветовые нарушения не так критичны при сохранении цветового контраста и тонового различия между близкими цветами. Мозг человека справляется с такими нарушениями легче в силу своей способности к «научению» и благодаря использованию способностей моз-

говых центров к распознаванию цветовой информации. Вследствие этого передача интервала оптических плотностей (динамический диапазон) должна осуществляться с минимальными потерями тонового распределения и при жестком контроле воспроизводимых значений растровых точек в светах, тенях, полутонах. Параметры растровых точек, воспроизводимых на оттиске, определяются техническими требованиями типографии для конкретного полиграфического проекта.

Оператор сканирования и цветodelения всегда обязан контролировать значения растровой точки в процентах по краскам CMYK в процессе подготовки сюжета к сканированию.

На втором и третьем этапах выбирают форму градационной кривой и оптимальный закон изменения оптической плотности, а также учитываются характеристики растрирования и растискивания. Все многообразие форм градационных кривых редактурирования изображений можно условно разделить на шесть типовых категорий, которые характеризуют три основные группы градационного воспроизведения тонового распределения. Вид и характер форм градационных кривых достаточно точно описан в работах С. И. Стефанова и Ю. В. Кузнецова.

Необходимость градационных преобразований при подготовке оригинала к полиграфическому репродуцированию

Научно установлено, что глаз более критичен к ошибкам воспроизведения тонов (нарушениям цветового контраста или контраста серых тонов), чем к ошибкам в воспроизведении цвета. Другими словами, мозг может корректировать цвет, основываясь на общепринятых понятиях, но он не может создать контраст между отдельными цветовыми оттенками, если его нет на оттиске. Часто говорят, что тени на оттиске «завалены», а лицо плоское. И это не что иное, как отсутствие деталей изображения вследствие малого тонового контраста. И чем насыщеннее тон и цвет фона, тем большим должен быть контраст, чтобы различить детали на этом фоне. То, что глаз менее критичен к ошибкам воспроизведения цвета, чем тонового контраста, наглядно доказывается существованием высококачественных черно-белых или однокрасочных репродукций с цветных оригиналов, у которых цветные детали воспроизводятся на оттиске нейтрально-серыми тонами (или тонами одной краски) только за счет контраста светлоты.

Оптимальной градационной кривой преобразования цветного изображения для воспроизведения на оттиске можно считать такую кривую преобразования изображения, которая сжимает цветовой охват (интервал оптической плотности) изображения оригинала до величины цветового охвата (интервала оптической плотности) системы «печатные краски — печатная бумага — печатный процесс».

Градационная кривая (характеристика) преобразования изображения при полиграфическом репродуцировании устанавливает связь между величинами оптической плотности оригинала и оттиска.

Для однокрасочных (черно-белых) изображений градационная кривая преобразования одна. Для цветного изображения количество градационных характеристик

равно количеству красок и лаков при фрагментарном лакировании, применяемых при печати изображения.

Современные аппаратные и программные средства и системы поэлементной обработки изображения позволяют проводить сжатие цветового охвата изображения оригинала с учетом ряда факторов. Например, учитываются физико-технологические особенности бумаги, краски, способ печати (высокий, плоский, глубокий, трафаретный), технология печати («по сухому», «по сырому», листовая или рулонная, с сушкой и без сушки), визуальное восприятие изображения в целом. Гибкость системы поэлементной обработки настолько широка, что позволяет преобразовать изображение таким образом, чтобы в некоторых областях оно было даже негативным, т.е. градационная кривая может иметь впадины и выпуклости (горбы).

В полиграфии выделяют, как выше уже было отмечено, семь разных зон тонового интервала оптической плотности изображения. Они полезны для анализа распределения цветов или серых тонов на изображении и помогают определить, как наилучшим образом настроить параметры изображения при его преобразовании для полиграфического репродуцирования. Поэтому мы еще раз их рассмотрим, но в свете подготовки оригиналов к репродуцированию.

Точка белого — область изображения, которая должна на оттиске быть чисто белой, без видимых деталей, даже если эта область была окрашена в какой-либо другой цвет на оригинале. Не все изображения содержат белые участки, так что не следует считать, что можно найти точку белого на каждом оригинале. Точка белого находится в наиболее светлых областях изображения оттиска, т.е. в диффузионных светах, и, как правило, это блики. В офсетной печати точка белого на оттиске не содержит печатных элементов.

Диффузионные света — это наиболее яркие области изображения, которые все еще содержат детали. Типичное значение областей наибольшей яркости лежит меж-

ду 2 и 10% растровых элементов оттиска, в зависимости от способа печати и качества бумаги.

Примечание. Для большей ясности % раз-мера растровых элементов оттиска можно с приемлемой долей достоверности рассматривать как процент серого или любого другого оттенка цвета по светлоте в интервале от белого до черного цвета.

Света — это область значений серого и цветowych оттенков от 18 до 35%, в среднем около 25% растровых элементов оттиска.

Средние тона (полутона) — это области на изображении с параметрами серого и цветowych оттенков в диапазоне от 35 до 65% (в среднем — около 50%).

Тени соответствуют цвету или уровню серого тона примерно от 65 и до 80% (со средним значением около 75%).

Глубокие тени — наиболее темные области изображения, все еще содержащие детали, — соответствуют наибольшей величине растровых элементов, которую может обеспечить данная технология печати. Более темные детали изображения сливаются и печатаются сплошным черным. Как и в случае областей диффузионных светов, рекомендуемое значение тени зависит от комбинации используемого способа печати и качества бумаги (запечатываемого материала). Значения теней расположены от 75% для сильно впитывающей газетной бумаги при работе на газетной рулонной печатной машине по технологии «резина к резине», вплоть до 98% — для мелованной бумаги наивысшего качества при печати на листовой печатной машине.

Точка черного — область изображения, которая должна печататься сплошным черным цветом, другими словами, это область более темная, чем тени.

Из этого можно сделать вывод, что градационные кривые воспроизведения изображения оригинала на оттиске определяются сюжетными особенностями, особенностями технологического процесса, применяемого оборудования и материалов, а также сложившимися традициями.

Особенности изображения на оригинале

В оригинале с малым интервалом оптической плотности, например, оригинал с изображением белого медведя на льдине или белой кошки на светлом фоне, контраст в светах должен быть сильно увеличен по сравнению с линейным преобразованием, так как все сюжетно важные детали изображения сосредоточены в светах и, в небольшом количестве, — в полутонах изображения.

В темном оригинале с малым интервалом оптической плотности, если все детали сосредоточены в тенях, например, фотография с изображением черной кошки на темном фоне, оптимальной является градационная кривая, которая дает увеличение контраста в тенях изображения.

Если важные детали изображения сосредоточены в светах и тенях изображения, а деталями в полутонах можно пренебречь, например, в случае оригинала с изображением жениха в темном костюме и невесты в светлом платье, оптимальной является градационная кривая, которая дает увеличение контраста в светах и в тенях изображения.

В оригинале, когда детали сосредоточены в полутонах изображения (как правило, это пейзажные слайды и фотографии), оптимальной является градационная кривая, которая дает увеличение контраста в полутонах изображения.

На втором и третьем этапах (рис. 57) выбираются форма градационной кривой и оптимальный закон изменения оптической плотности, а также учитываются характеристики растривания и растискивания. Все многообразие форм градационных кривых редактирования изображений можно условно разделить на шесть типовых категорий, которые характеризуют три основные группы градационного воспроизведения тонового распределения. Вид и характер форм градационных кривых (кривых редактирования) показаны на рис. 58 в обобщенном виде.

Форма кривой редактирования, обозначенная на рис. 58 под цифрой 1, харак-

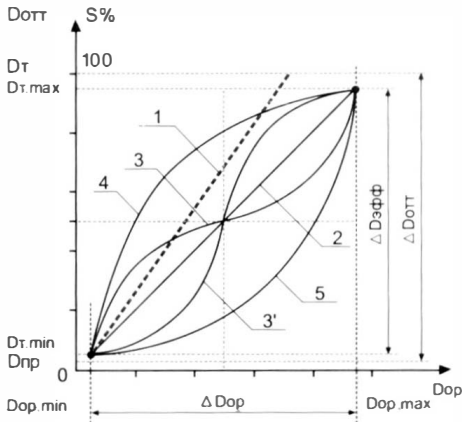


Рис. 58. Выбор формы редактирования тонового распределения

теризует колориметрически точное тоновое воспроизведение и относится к категории объективного редактирования. Этот вид редактирования применяется к очень небольшой группе оригиналов на непрозрачной основе и, как правило, на практике применяется очень редко. Колориметрически точное воспроизведение

предполагает получение на оттиске идентичных плотностей, как на оригинале. Прямая линия под цифрой 2 — это частный случай редактирования со сжатием интервала плотностей, которое называется линейным сжатием. Линейное редактирование применяется для повышения контраста в полутонах, но это происходит только за счет потери деталей в тенях.

Практически у всех оригиналов динамический диапазон плотностей больше, чем на оттиске в тираже. Именно это предопределяет сжатие тонального распределения при редактировании сюжета. Форма градационной кривой, обозначенная цифрами 3 и 3', — наиболее часто применяемый вид обработки изображений, который позволяет приблизиться по градационному воспроизведению к психологически точному.

В литературе такое редактирование называют еще редактированием по N-образной кривой. В живописи существует такое понятие, как рисунок, в полиграфии — детальность сюжета, контуры при градационном распределении тонов. Вся сложность



Рис. 59. Сюжет не редактировался. Заметны потери деталей в тенях на стеклянном шаре, на синей ткани; на сером клине в последних полях отсутствует градационное деление



Рис. 60. Сюжет отредактирован с использованием кривой 3', что позволило приблизиться к равноконтрастной передаче плотностей (серый клин), а также значительно улучшить психологическое восприятие сюжета



Рис. 61. Сюжет не редактировался при подготовке к сканированию (светлая чашка).



Рис. 62. Светлый сюжет с чашкой был отредактирован перед сканированием с использованием градационной кривой 4. Такое редактирование значительно улучшило психологическое восприятие сюжета за счет проработки полутонов.

полиграфического воспроизведения заключается в том, чтобы при редактировании сохранить эту контурность и не потерять детали при оцифровке сюжета и при его воспроизведении в печати. На тиражном оттиске изображение отображается всегда с потерями информации — оно двумерное, «плоское». Потери информации, вызванные неправильным редактированием сюжета перед сканированием, могут привести к сглаживанию градационного различия, то есть вызвать нарушения тонового распределения. Потери контурного различия между градациями вызывают в мозге ситуацию, которая сравнима с «зацикливанием» вос-

приятия и/или временной задержкой при определении образа или его виртуального аналога. Такая ситуация сопоставима с дискомфортным восприятием и неопределенностью при обработке информации. Задача же оператора сканирования обратная: прежде всего, вызвать узнаваемость изображения на оттиске. Изображение при просмотре на оттиске должно вызывать иллюзию реального и хорошо узнаваемого образа из окружающего нас мира. Если мозг при «считывании» изобразительной информации быстро распознает образ, то иллюстрация оценивается им как хорошая и высокого качества воспроизведения. Потери контурного различия, присущие обработке изображения по N-образной кривой, минимальные, но они все равно есть. Способ подготовки сюжета к сканированию по методу 3 и 3' предпочтительнее, так как он позволит приблизиться к равноконтрастной передаче плотностей.

Утрату информации, связанную с пропаданием контурного различия, можно с помощью искусственных методов частично компенсировать их иллюзией. Фильтры нерезкого маскирования при умелом их использовании позволяют вызвать ощущение контурного различия тонового распределения. В силу того что динамический диапазон плотностей оригинала и оттиска разные, всякая подготовка изображения к процессам репродуцирования связана с сжатием плотностей градационного распределения. Если в случае с кривыми 3 и 3' — это приближение к равноконтрастному сжатию (или очень хорошее приближение к нему), то во всех других случаях подготовки информации это не совсем так.

Часто на практике приходится иметь дело с очень плохими оригиналами, которые предлагают использовать в качестве оригиналов: либо очень светлые, либо очень темные. К таким оригиналам при редактировании применяют форму кривой под номерами 4 и 5.

В такой ситуации оператор по своему ощущению выбирает тот или иной тип подготовки сюжета к сканированию. С помощью сжатия плотностей оператор пытается



Рис. 63. Сюжет редактировался с использованием кривой под номером 5. Цель, которая преследовалась, — проработка деталей на стеклянном шаре. После редактирования заметно улучшилось восприятие шара, фактуры синей ткани, зеленой поверхности. При этом улучшение деталей в полутонах и тенях произошло за счет потерь деталей в светах и четвертных тонах (белый куб, начальные поля на сером клине).

спасти информационную составляющую отдельных, наиболее важных, участков сюжета за счет повышения или ослабления контраста менее важных деталей.

На четвертом этапе (рис. 57) специалист, подготавливающий сюжет к сканированию, устраняет и компенсирует возможные искажения репродукционного процесса. Он проверяет параметры «цветоделенного» изображения, контролирует использование черной краски, выполняет цветокоррекцию и цветовую ретушь, устраняет искажения, связанные с неидеальностью триады красок и нарушением баланса по серому. Для этого осуществляется сжатие цветового охвата

оригинала до цветового охвата полиграфического синтеза конкретного производства (для конкретной типографии). На этом этапе оператор проводит исследование памятных цветов, нейтральных тонов, цветового смещения, выполнения требований типографии и при необходимости устраняет возникающие недоразумения. Контроль баланса «по серому» — важнейшая часть процесса подготовки сюжета к сканированию. Данный процесс позволяет не только стабилизировать процесс печати, но и устранить возможность возникновения цветового смещения при воспроизведении нейтральных тонов в иллюстрации на печатном

оттиске. Занимаясь подготовкой сюжета к сканированию, оператор анализирует только цифры (цифровой метод, который рекомендует использовать и Дэн Маргулис), а по монитору оценивает лишь общее впечатление и текущие изменения, возникающие при выполнении операций. Хороший специалист по сканированию при подготовке изображения к печати анализирует информацию не визуально по монитору, а в понятиях, категориях и параметрах печатного процесса: растровая точка, света, полутона, тени, растискивание, оптическая плотность, толщина красочного слоя, суммарное количество краски и т.д. Такой подход при анализе цветовой и тоновой информации позволяет учесть и частично устранить возникающие противоречия при согласовании параметров в системе ввод—отображение—вывод, а также избежать возникновения ошибок при подготовке изображения к печати. Калибровка системы ввод—отображение—вывод, выполненная в соответствии с требованиями ISO (the International Organization for Standardization) и ICC, позволяет лишь сгладить и в первом приближении согласовать, стабилизировать межмодельные преобразования информации о цветовом пространстве, но не устранить их полностью. Попытка «соединить несоединимое» — RGB и CMYK — через промежуточную универсальную модель нереальных цветов CIE XYZ или перцептивную модель CIE L*a*b* достойна похвалы, но она не снимает всех противоречий, связанных с преобразованием цвета из одной модели в другую, с повестки дня. Существующие противоречия и неполная совместимость по цветовому охвату могут быть в какой-то степени устранены введением дополнительных красок (Hi Fi Color), расширяющих цветовой охват. Для некоторых цветовых диапазонов представление информации возможно за счет пересчета к близлежащим цветам, а это способствует возникновению конфликтов при сдаче заказа. Если заказчик анализирует изображения по монитору дисплея, то в дальнейшем иллюстрация на оттиске может его разочаровать. Однако, если существу-

ет такая неопределенность в этом вопросе, информацию лучше подготавливать и сохранять в модели цветового пространства CIE L*a*b*. Дальнейшее согласование изображения, подготовленного к печати, лучше осуществить по контрактной цветопробе (цифровой полутоновой или растровой), имитирующей печатный процесс.

На заключительном, пятом, этапе (рис. 57) работы определяются параметры нерезкого маскирования (контурная резкость) с учетом масштаба увеличения или уменьшения. Для компенсации потерь информации по контурному различию тонового распределения используют фильтры нерезкого маскирования, которые позволяют создать иллюзию контуров градиционного распределения тонов за счет создания и внесения в изображение «новой» информации. Основы нерезкого маскирования были заложены еще в классической фотографии, когда эффект «резкости» получался на изображении благодаря использованию специальной маски. Контурная маска получалась за счет использования резкого и нерезкого негатива вместе с нерезким позитивом, то есть за счет совмещения резкого и нерезкого изображений. В электронных устройствах ввода информации механизм устранения возникающих искажений контраста, геометрии на деталях и контурах может иметь различную природу. Иногда используют апертурное управление совмещением сигналов (резкого и нерезкого) по времени и частотную коррекцию — низкочастотную или высокочастотную фильтрацию, которую используют для сглаживания или усиления детальности сюжета по электронной маске.

Фильтры нерезкого маскирования позволяют регулировать перепад яркости на границах участков тонового распределения. Таким образом, они управляют иллюзией повышения или сглаживания распределения яркости на деталях и контурах оригинала, что соответствует повышению или уменьшению эффекта «резкости» на отдельных деталях и контурах сюжета. По сути, здесь используется эффект контраста (контраст по светлоте), который наглядно можно

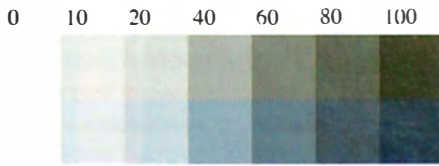


Рис. 64. Градационные полосы Маха.

поилюстрировать на полосах Маха или на градационном одноцветном клине.

На границе перехода тонов одна часть — «светлая» — кажется психологически чуть светлее, а другая — «темная» — зрительно кажется чуть темнее. Умение использовать фильтры и их параметры, такие, как интенсивность воздействия фильтра, ширина зоны захвата тонов с фиксированным перепадом яркости, порог различия по яркости, определяет качество оптического подчеркивания (оконтуривания) границ тонового распределения. Параметры фильтров контурной резкости сильно зависят от масштаба будущей иллюстрации и материала основы оригинала. Конкретных рекомендаций для подбора и выбора параметров фильтров нет, так как фирмы-производители аппаратов ввода и программного обеспечения предпочитают алгоритмы не раскрывать и подробно не документировать в руководствах для пользователей и в технической документации. Между тем они рекомендуют использовать их в автоматическом режиме и предлагают полностью довериться алгоритму программного обеспечения.

Однако для желающих более творчески использовать механизм нерезкого маскирования можно порекомендовать опытным путем, используя метод последовательных итераций, составить свои таблицы зависимости параметров фильтров для каждого производителя материала основы пленки (Kodak, Agfa, Fuji) типа размера оригинала, масштаба увеличения или уменьшения (рекомендуемый шаг — 100%). Данная процедура очень трудоемка и продолжительна по времени. Тем не менее она позволит не только изучить работу алгоритма, но и добиться очень хорошего результата при компенсации потерь резкости в процессе ска-

нирования оригинала. Некоторые фирмы, такие как, Danippon Screen, Heidelberg, Creo-Scitex и другие, предоставляют такую возможность пользователям. Вместе с тем эти фирмы настойчиво предупреждают пользователей о возможном появлении чересчур резкого усиления «белого» и «черного» контуров при самостоятельном использовании фильтров. Главным критерием для оценки качества при использовании фильтров нерезкого маскирования считается получение оптического оконтуривания, которое не становится частью и/или новыми деталями сюжета. Тем не менее хотелось бы обратить внимание на существование зависимости между использованием фильтров контурной резкости и линиатурой печатного оттиска — чем выше линиатура, тем тоньше должно быть оконтуривание.

Цветodelительные аспекты при вводе информации

Любой современный аппарат ввода информации, будь то сканер для ввода двумерного изображения оригинала или цифровая камера и видеокомплексы для ввода трехмерных объектов окружающего нас мира, — это устройства, выполняющие функции и операции цветodelения. Исходя из определения и общих положений цветodelения, все эти устройства выполняют операции по разделению цветного изображения (светофильтры и/или селективные источники освещения) на отдельные одноцветные изображения. Эти одноцветные изображения объединены в едином графическом формате цифрового файла (оцифрованное изображение). Цветовые модели, объединяющие одноцветные изображения (представления), могут быть различными: трехкомпонентные (RGB, CMY), четырехкомпонентные (CMYK), канальные (CIEL*a*b*, CIEL*CH_{ab}).

В полиграфическом синтезе выходным представлением информационных данных является модель цветового пространства CMYK, которая позволяет получить на оттиске многоцветные иллюстрации. Так как в полиграфии ввод информации осуществля-

ется в основном на этапе сканирования, то можно с полной уверенностью сказать, что процесс цветоделения начинается и заканчивается на этапе ввода информации. На всех остальных участках технологической цепочки выполняются работы по подготовке изобразительной (цветоделенной) информации к процессу печати и отображению ее на оттиске в тираже.

Исключением из правила является процесс «цветоделения» в программе обработки изображений (например, Adobe PhotoShop), когда исходная информация была получена в модели цветового пространства RGB и/или CIE L*a*b*. Такая ситуация возможна при условии, когда существует неопределенность с процессом печати, запечатываемым материалом, формным процессом или при неизвестных параметрах системы бумага–краска–печатная машина. Между тем только на аппарате высокого класса ($\Delta D \geq 3.8$ и разрядности цвета 14...16 бит на канал) при известных параметрах в системе бумага–краска–печатная машина можно правильно подготовить информацию к многоцветной печати. В программах обработки изображений выполняются операции «чистой» доводки изображения (цветовая ретушь, цветокоррекция, согласование цветового охвата и т.д.) под печатный процесс, если это необходимо.

Из-за большого многообразия оригиналов, материалов основы, конструктивных и программных особенностей аппаратов ввода существует в технической литературе и в руководствах для пользователей несколько типовых механизмов цветоделительных алгоритмов. Это прежде всего UCR (Under Color Removal), GCR (Grey Component Replacement), GCR с UCA (Under Color Addition). По мнению многих авторов (М. Саутворт, Н. А. Аваткова, Ю. В. Кузнецов и др.), суть процессов и алгоритмов цветоделения одна — это управление замещением цветных красок за счет черной (UCR, GCR) или, наоборот, замена черной цветными красками, например, в глубоких тенях (UCA). Сам процесс управления замещением показан в общем виде на рис. 65.

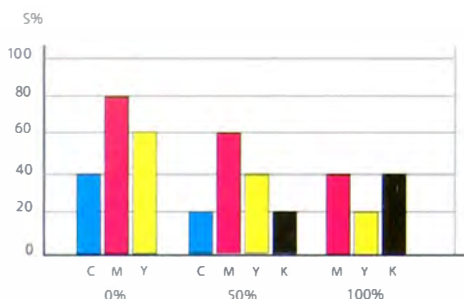


Рис. 65. Принципиальная схема алгоритма замещения цветных красок черной

Процесс управления, по мнению Ю. В. Кузнецова, в общем виде характеризуется двумя параметрами — объемом (процентом) замещения (UCR) цветных красок на черную и диапазоном (точка захода черной краски) для GCR, с которого начинает обеспечиваться определенный объем замещения. Для увеличения интенсивности черного в тенях используют алгоритм добавления цветных красок к черной при заданном и постоянном значении черной, который называется UCA. Как правило, значения UCA составляют 5...10...30 процентов.

Выбор алгоритма цветоделения, по большому счету, определяется типом оригинала, полиграфическим проектом, технологией печати, а также размещением многоцветных полос на «спуске» печатного листа. Все многообразие оригиналов с позиций цветоделения можно разделить на две многочисленные группы. В первую входят оригиналы, в которых преобладают ахроматические тона. Это, прежде всего, тона, близкие к белым, серым, черным, или цвета, приближающиеся к нейтральным. К другой группе оригиналов относятся сюжеты с ярко выраженной хроматической составляющей в цветовых тонах.

Поэтому при выборе алгоритма цветоделения для первой группы оригиналов предпочтителен алгоритм цветоделения GCR, а для второй — алгоритм UCR. Для оригиналов, содержащих ахроматические и хроматические тона, выбирать алгоритм цветоделения нужно после оценки и определения наиболее важных деталей в сюжете и только затем принимать решение по использованию GCR

или UCR, или GCR с UCA. Таким образом, только интеллектуальная оценка того, что важнее в сюжете, а что — нет, узнаваемая нейтральность и ахроматичность предметов или хроматическая цветность, позволяют принять верное решение по выбору алгоритма цветоделения. Этот тонкий момент очень важен при выполнении сканирования и подготовке изображения к процессу печати.

Полиграфический проект и технологию печати также необходимо учитывать при выборе алгоритма цветоделения. Тип проекта предопределяет выбор устройства печати. Печатный процесс и параметры системы запечатываемый материал — краска — печатное устройство диктуют требования к цветоделению для обеспечения стабильности печати оттисков в тираже при листовой или рулонной печати (Eurostandart, SWOP). Вследствие этого технолог предлагает и рекомендует параметры цветоделения для иллюстраций.

Требования по размещению многоцветных полос на печатном листе в большинстве случаев поставщиками не учитываются и игнорируются, а жаль. Конечно, очень трудно учесть красочность полос, цветовых пятен при дизайне многополосных тетрадей издания. Однако для получения высококачественного издания и хорошего результата воспроизведения его в целом и по всему тиражу это делать просто необходимо. И здесь все управление сосредоточено в руках художника или дизайнера, но художника полиграфического, владеющего спецификой полиграфического ремесла. **Художник должен анализировать и разрабатывать дизайн не полосы, а цельного полосного спуска тетради — только в этом залог успеха. Тогда можно, с какой-то степенью точности, гарантировать высокое качество воспроизведения оттиска и стабильность печати всего тиража.** Выбор технологии цветоделения имеет к этому непосредственное отношение.

Поиск компромиссов

С одной стороны, процесс сканирования на высокоточном оборудовании (например,

барабанный сканер) — это поэлементный ввод аналоговой информации. С другой — постоянный поиск компромиссов для обеспечения психологически точной цветопередачи на оттиске при цветокоррекции оригинала или для естественной передачи тонового распределения градаций с учетом требований технологических процессов репродуцирования.

Оценка зрительной ситуации и визуальной сцены при принятии компромиссного решения подразумевает наличие у оператора-наблюдателя достаточного жизненного опыта, большого диапазона памятных цветов в личном цветовом банке и в цифровом выражении, профессиональных навыков и знаний в технологии, технике и материалах. При этом виртуозное владение устройством ввода и программным обеспечением к нему даже не обсуждаются, так как это — необходимое условие профессионализма оператора сканирования и цветоделения.

Правильная оценка информационного содержания сюжета и обеспечение цветового и тонового редактирования в интересах сохранения наиболее важной информационной компоненты оригинала — это основное и главное условие необходимости и достаточности профессиональных навыков при решении задачи подготовки оригинала к репродуцированию при сканировании.

Если издание информационное и текст выполняет главную роль, а иллюстрация несет на себе вспомогательные функции, то сканирование с использованием профилей ввода-вывода, может быть, и оправданно. В этой ситуации качество иллюстраций не является критерием раскупаемости издания. Однако если издание — рекламный материал, многоцветный иллюстрированный журнал, художественный каталог произведений искусства, то одним профильным подходом здесь не обойтись. В этой ситуации необходимы технология CEPS и высококвалифицированный оператор сканирования и цветоделения. При всем при том диалог и совместное использование двух технологий для поиска оптимального решения позволит получить многоцветную иллюстрацию

более высокого качества при полиграфическом воспроизведении проекта.

Две дороги — цель одна

Много лет назад, в начале XX века, встретились два очень не похожих друг на друга человека. Один раскрывал границы тональности через атональность и додекафонию, другой стремился к свободе и духовности через цветотые аналогии и беспредметность. Музыкант А. Шёнберг и живописец В. Кандинский в поисках свободы при воспроизведении реального мира пришли к диалогу.

Их необычный диалог позволил им найти и открыть новые дороги через абстракцию и информацию в «свободное пространство». В это пространство стремился и Гёте, который с помощью исследования цвета искал свои истины и настоящее чувство свободы. Информационное пространство и многообразие новых, непривычных, «шокирующих» впечатлений, вызываемых их творчеством, воздействовали на органы чувств и мозговые центры людей подобно стимулу, за которым появлялось восприятие реальности окружающего мира.

Символизм их соответствий при воспроизведении не стремился к красивости, а пытался приблизиться к правдивости и информационной точности. Они создавали иллюзии, которые по своему воздействию были удивительными и психологически точными. Попытки исследовать физическое воздействие звуковых и цветовых стимулов заставляли их искать новые средства, формы, теории и создавать непривычные для наблюдателя виртуальные измерения информационного пространства. Через стимул (ощущения) они пытались воздействовать на восприятие, а обратная реакция, вызываемая их творчеством, позволяла наблюдателю расширять свое информацион-

ное пространство и обогащать поле знаний и личного опыта. Провокационное воздействие создавало предпосылки для новых ощущений и ассоциаций, которые способствовали более глубокому проникновению в информационное пространство окружающего нас мира. Информационная доминанта — это главная составляющая любого творчества в искусстве, науке, технике.

В последние два десятилетия XX века и в начале XXI века в полиграфии идут очень похожие процессы. Традиционные процессы постепенно уступают место цифровым технологиям. Цифровое мышление, цифровые методы информационного обеспечения полиграфических процессов активно внедряются в технологический цикл оригинал—оттиск.

Тем не менее, цифровые технологии не стали манной небесной, способной радикальным образом поднять качество цветовоспроизведения при репродуцировании. Современные исследования цветового воздействия на человека указывают на важность интеллектуальной оценки при возникновении восприятия цвета — это функция мозга. Создание единого блока, имитирующего работу интеллекта, под условным названием «искусственный интеллект», находится в зачаточном состоянии. Между тем идеи использования цвета, цветовой информации в качестве носителя и средства для кодирования информации в современных вычислительных системах витают «в воздухе» и в настоящее время не рассматриваются уже как бред сумасшедшего. Такой подход при кодировании информации в компьютерных разработках сулит огромные перспективы, однако в этом направлении делаются лишь только первые шаги. Поэтому на сегодняшний день решение надо искать в диалоге и на стыке двух направлений: традиционной и цифровой технологий. Сканирование и подготовка иллюстраций к печати - яркий тому пример.



Глава 10

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА ПРИ СКАНИРОВАНИИ

...Цветов еще нет, они появляются лишь тогда, когда информация получает окончательную интерпретацию в сознании наблюдателя.

Фрэнк Ллойд Райт
«Лучи не имеют цвета», 1967 г.

Человек познает зрительную информацию с помощью органов зрения и мозга, то есть благодаря зрительному анализатору. Вся информация поступает в сетчатку глаза, где и происходит ее первичная обработка (возникает ощущение) и осуществляется подготовка для последующего нашего восприятия.

Последние исследования указывают на то, что глаз — это автономная часть головного мозга. Информация здесь собирается, анализируется, преобразуется и передается в высшие центры головного мозга по зрительному нерву. Потребность в информации является неотъемлемой частью человека и имеет характеристику универсального свойства. Потребность в информации быстро удовлетворяется и опять быстро возникает, создавая основу для организации информационного движения и передачи информации посредством потока кодированных данных о цвете, освещении, фоне, контурах, контрасте. Такая организация информационного потока свойственна открытым системам, к которым

относятся живые организмы и человек в частности. Обычно, характеризуя открытые системы, говорят, что они являются неравновесными, но самоорганизующимися. Между тем, только открытые системы, как это ни парадоксально звучит, самые функциональные и жизнеспособные. К основным параметрам, которые отвечают за функционирование открытых систем, можно отнести следующие категории: информацию, структурное построение процессов, информационный обмен, передачу и восприятие управляющих сигналов, обратную связь и различные отклонения от нормы как информационных потоков, так и управляющих сигналов. Принципы, лежащие в основе взаимодействия открытых систем с внешней средой, во многом зависят от процессов передачи информации, которые имеют от них временную, пространственную и энергетическую зависимость. Организация информационных потоков и циркуляция информации в открытых системах, выражаясь математическим языком, имеет рекурсивный характер. Все системы данного класса

используют информационный обмен и потоки массивов данных для управления, саморегулирования и самоорганизации самих же себя, то есть для своего развития, совершенствования и приведения системы в нормализованное — «стационарное» состояние. Современные системы репродуцирования в допечатных процессах также относятся к классу открытых систем. Многие принципы, заложенные в технологические процессы и в технические устройства ввода информации, соответствуют общим законам развития живых организмов и открытых систем. Поэтому если с этих позиций теперь посмотреть на процессы, идущие в последние годы в допечатных процессах и полиграфии, то можно обнаружить существующие между ними аналогии и параллели. Системные изменения есть как в устройствах ввода информации при сканировании, так и в новой методике управления цветом при использовании профильной идеологии. На сегодняшний день преобладает доктрина управления информационными потоками данных на всех этапах полиграфического репродуцирования. Однако мы уделим основное внимание только одному этапу репродуцирования, а именно, процессу подготовки и вводу и/или сканированию информации.

Сканирование — это...

За последние 35-40 лет в допечатных процессах при подготовке оригиналов и/или визуальной информации к полиграфическому репродуцированию происходили события, которые имели революционный характер. Практически каждые 10-15 лет изменялись технологии и техника, используемые при выполнении репродукционных работ. Фоторепродукционные аппараты заменялись электронными репродукционными аппаратами (цветоделители-цветокорректоры), которые затем были вытеснены цифровыми компьютерными настольными издательскими системами — DTP и сканерами барабанного типа. В начале XXI века планшетные сканеры стали настолько мощными, что практически сегодня доминиру-

ют на рынке устройств ввода по критерию качество/цена. Современные планшетные сканеры нового поколения, работающие по XY-технологии формата А3, значительно потеснили позиции высокоточных вертикальных и горизонтальных сканеров барабанного типа. Между тем, у них появились конкуренты — цифровые камеры. Они практически сводят «на нет» пленочную технологию подготовки оригиналов к репродуцированию и заменяют ее цифровыми файлами. Вместе с тем сегодня существуют одновременно несколько технологий ввода и большое разнообразие устройств — это и барабанные сканеры, планшетные сканеры, слайд-сканеры, цифровые камеры. Поэтому в этот переходный период вопросы сканирования оригиналов на прозрачной и непрозрачной основах все еще актуальны и будут иметь практический интерес в течение ближайших 10 лет.

Если внимательно проанализировать процесс подготовки информации в допечатной стадии к печатанию, то нетрудно заметить совпадение некоторых этапов формирования информационных потоков при сканировании и при преобразовании визуальной информации в зрительном анализаторе у человека.

Основные стадии прохождения информации при ее подготовке и вводе на этапе сканирования:

- считывание информации с оригинала (поэлементное, построчное, интегральное или матричное),
- анализ и представление данных в модели цветового пространства RGB. преобразование информационных массивов в форму и модель, используемую для воспроизведения (СМΥК и другие) при печати;
- запись-регистрация цветоделенных массивов данных изображения на носитель (фотоматериал, магнитный, электронный и формный материал).

Модели цветового пространства аддитивного (RGB) и субтрактивного (СМΥК) синтеза цвета освещены в главе 3.

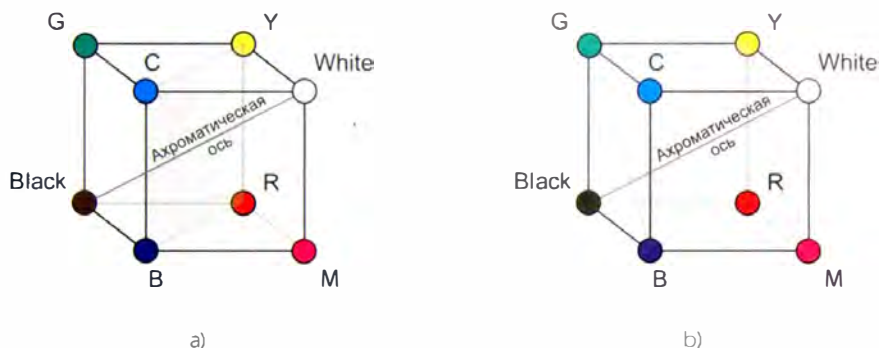


Рис. 66. Основные и дополнительные цвета в идеализированной модели цветового пространства RGB—CMYK

Принципиальное различие этих двух видов и моделей смешения цветов заключается в том, что они описывают процессы, происходящие в разных физических местах. Аддитивный синтез цвета осуществляется в зрительном анализаторе (зрительная система — глаз — мозг) при непосредственном смешивании световых лучей (излучений) в сетчатке, а субтрактивный синтез — при избирательном поглощении и частичном отражении световых лучей окрашенной поверхностью или материалом. Иными словами, при субтрактивном процессе компоненты сначала смешиваются, а затем происходит вычитание и отражение падающих лучей и их воздействие на зрительную систему. Поэтому предсказать результирующий цвет в модели смешения CMYK всегда сложнее, чем в модели RGB. Несмотря на существующие принципиальные отличия в моделях RGB и CMYK, у них есть нечто такое, что их и объединяет-разделяет. Основные цвета моделей RGB и CMYK являются дополнительными друг к другу. Данное утверждение можно проиллюстрировать на идеализиро-

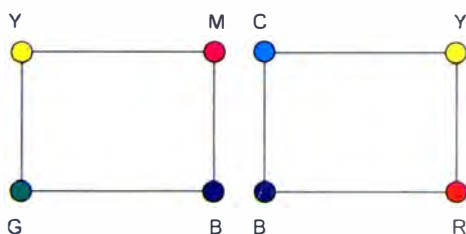


Рис. 67. Дополнительные цвета

ванной модели RGB—CMYK, где в качестве модельного образа используется куб.

Если сделать в нем два сечения, как показано на рис. 66 (a, b), то мы получим два прямоугольника, в углах которых будут находиться три пары дополнительных цветов: Y (желтый) — B (синий), M (пурпурный) — G (зеленый), C (голубой) — R (красный). Это наглядно изображено на рис. 67.

Теперь можно воспользоваться двумя древними символами: кругом и треугольником и, используя метод Гёте, построить цветовой круг, состоящий из дополнительных цветов. Все построения можно увидеть на рис. 68.

Этот важный вывод активно применяется в полиграфии для выделения отдельных цветных изображений за светофильтрами и при селективной коррекции цвета как в программах при вводе-сканировании, так

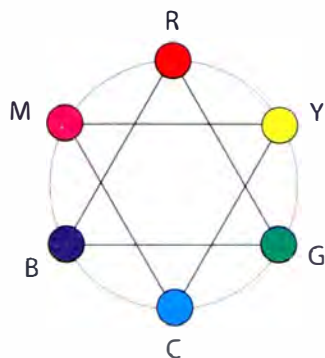


Рис. 68. Цветовой круг дополнительных цветов

и при цветовой ретуши и редактировании изображения, например, в программе Adobe Photoshop.

Таким образом, чтобы редактировать и управлять красным цветом, необходимо усиливать (уменьшаем чистоту и насыщенность, загрязняем его) или убавлять (увеличиваем чистоту тона и насыщенность) воздействие на него голубого цвета. Для управления голубым цветом аналогичным образом выполняют операцию, но только воздействуя уже парой цветов пурпурный-желтый. Подобным образом осуществляется управление зеленым цветом через пурпурный, синим — через желтый, а пурпурный цвет регулируется уже через цветовую пару голубой — желтый, и желтый с помощью цветовой пары пурпурный — голубой. Принцип дополнительности цветов имеет прямое отношение как к хроматичности, так и к ахроматичности цвета, поэтому это очень важный инструмент в арсенале специалиста по цветовоспроизведению.

Следующей ступенью, которую необходимо преодолеть для обеспечения прохождения информации, являются стадии линеаризации устройств отображения и записи на определенный носитель. К этой стадии относится также и растривание массивов данных цветоделенных изображений. Совокупность этих фаз называется переходной и предшествует этапу печатания при воспроизведении оригинала на оттиске. Для специалистов, занимающихся профессиональной подготовкой визуальной информации к печати, все этапы ввода, отображения, преобразования оригиналов имеют очень большое значение. Всегда этими процессами занимались специалисты очень высокой квалификации, к которым предъявляли повышенные требования, так как они должны в равной степени владеть теорией цвета и цветовоспроизведением, технологиями репродуцирования и печати, а также компьютерными технологиями. В свете последних событий, связанных с внедрением профильных методов управления цветом, специалисты вынуждены осваивать методы профилирования устройств и их согла-

сования при преобразовании информации в цикле ввод-отображение-вывод, а также использовать для этих целей специальное оборудование (денситометры, спектрофотометры, спектроденситометры) и специальное программное обеспечение. Характеризуя процесс сканирования, можно сказать, что это — непрерывный поиск компромиссов между порой взаимоисключающими друг друга решениями, то есть, по большому счету, это — искусство. Образно, но удивительно точно его можно охарактеризовать словами Минамото-Но-Санэтомо: «Этот мир земной — отраженное в зеркале марево теней. Есть, но не скажешь, что есть, нет, но не скажешь, что нет». И роль оператора, как бы ее ни уменьшали радетели автоматизированных методов ввода и подготовки информации, очень важна и ответственна, так как на сегодняшний день только человек может выполнить учет и согласование всех нюансов оригинала и оттиска. При этом необходимо не забывать, что наблюдатель (человек, заказчик, потребитель) является главным оценщиком и одновременно приемщиком печатной продукции. Уже давно специалисты, изучающие цвет (психологи, биологи, полиграфисты и др.) и создающие технологии для его воспроизведения, подметили одну важную особенность. Так, при воспроизведении изображения оригинала тоновая информация (градации, контуры, контраст) оказывается важнее цветовой или необходимости точного попадания в «цвет» оригинала. Цветовые архетипы, присутствующие в культуре каждого народа на нашей планете, указывают на то, что у человека имеются специальные механизмы цветовой «памяти». Эта память помогает живому организму устранять цветовые искажения, вызванные изменением освещения и/или источниками света, и восстанавливать цветовые ассоциации, соответствующие цветовому алфавиту и языку человека.

Такие «первичные» цвета в теории цвета называются памятными. К ним относятся цветообозначения, связанные с привычными предметами и явлениями из окружающей естественной среды, такими, как: цве-



Рис. 69. Памятные цвета

та неба, моря, крови, молока, человеческого лица и тела, листья, травы, фруктов и овощей, воды и солнца и многие другие. А также из искусственной среды, созданной человеком, например, цвет бумаги, освещения, искусственных источников света, цвет любимых вещей и игрушек и прочее. Зрительный анализатор (глаз-мозг) способен через этот удивительный механизм восстанавливать цветовую информацию, приближаясь к цветовым архетипам, уже имеющимся у человека или вновь приобретенным по мере развития его жизненного опыта. Визуальный осмотр предмета и использование предшествующего опыта наблюдателем влияют на восприятие цвета. Э. Геринг называл такое взаимодействие эффектом принадлежности цвета (*memory color*). В течение всей жизни человек постоянно использует данное свойство своего организма.

Таким образом, у человека происходит формирование банка данных о цвете — памятных цветов. Иными словами, при восприятии цвета человек может его корректировать, а в отношении тоновой информации этого не происходит: она или есть, или ее просто нет. Исследования Хьюбела и Визеля, за которые они получили Нобелевскую премию, указывают на то, что тоновая информация (светлота, яркость, контуры, контраст) отделяется от цветной (цветность — цветовой тон, насыщенность) еще на этапе формирования ощущения и в дальнейшем обрабатывается отдельно вплоть до возник-

новения цветового восприятия. Итак, тоновоспроизведение, по возможности приближенное к изображению оригинала, — это важнейшая задача подготовки визуальной информации к полиграфическому воспроизведению на оттиске. Отсутствие деталей, потеря контраста и контуров, искажение градации тонов изображения на оттиске являются следствием того, что были допущены фатальные ошибки тоновоспроизведения при сканировании оригинала. Если тоновая информация была потеряна на этапе ввода,



Рис. 70. Цвет моря, неба, растений и цветов

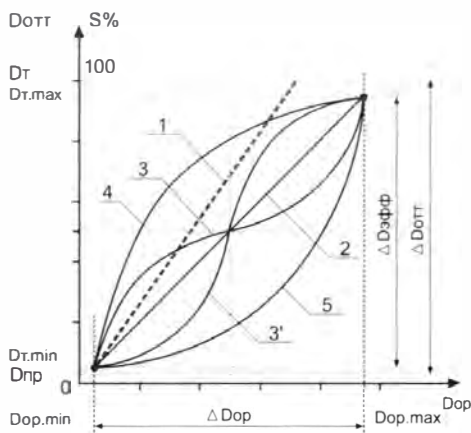


Рис. 71. Выбор формы градационной кривой при редактировании распределения тонов изображения оригинала, где: S — относительная площадь растровых точек на оттиске;

$D_{отт}$ — оптическая плотность оттиска;

$D_{т. min.}$, $D_{т. max}$ — минимальное и максимальное значения оптической плотности оттиска, воспроизведенные растровыми точками;

$D_{пр.}$ — оптическая плотность незапечатанного материала оттиска;

D_t — оптическая плотность плашки на оттиске;

$\Delta D_{отт}$ — интервал оптической плотности оттиска;

$\Delta D_{эфф}$ — эффективный интервал оттиска;

$D_{ор.}$ — оптическая плотность оригинала;

$D_{ор. min.}$, $D_{ор. max}$ — минимальное и максимальное значения оптической плотности на оригинале;

$\Delta D_{ор.}$ — интервал оптической плотности оригинала.

то зрительный анализатор не сможет ее восстановить. В компьютерных программах обработки и редактирования изображений, например, Adobe PhotoShop, тоновую информацию можно искусственным образом имитировать, создавая лишь только иллюзию ее присутствия, но никоим образом не восстановить по причине ее потери еще на этапе ввода информации при сканировании. Для опытного оператора процесс сканирования, а также профессиональное владение технологиями и устройствами ввода различных типов — это не самоцель, но средство и инструмент для проведения согласованного преобразования изображения оригинала с учетом всех последующих технологичес-

ких этапов репродуцирования. С помощью этих средств он старается найти такое компромиссное и/или, если повезет, оптимальное решение, которое обеспечило бы минимальные потери тонов, градаций, контраста, цвета и другой информации на оттиске. Анализ тонового интервала оптической плотности оригинала позволяет оператору построить такую градационную характеристику преобразования сюжетной сцены при сканировании, которая обеспечивает минимальные потери деталей в каждой зоне тонового интервала на оттиске. Именно это и характеризует его мастерство как специалиста, работающего в полиграфии.

В полиграфии выделяют семь разных зон тонового интервала оптической плотности изображения: точка белого, диффузионные света, света, средние тона (полутона), тени, глубокие тени, точка черного. Выбор формы градационной кривой (TRC — Tone Reproduction Curve, кривая тоновоспроизведения) при редактировании распределения тонов изображения оригинала — момент ответственный, если не самый важный при сканировании. Основное назначение градационной кривой заключается в том, чтобы выполнить согласованное преобразование изображения оригинала при репродуцировании и установить однозначную связь между величинами оптической плотности изображения оригинала и оттиска. Современные устройства ввода информации и программное обеспечение к ним позволяют в рамках цифровой технологии обработки изображения учитывать целый ряд факторов и параметров. Цифровые системы ввода достаточно гибки и универсальны, а это позволяет им учесть множество факторов: формный процесс, способ печати, процесс печати, физико-технические свойства запечатываемого материала, краски, растискивание и в целом все изображение. Важной особенностью градационных кривых считается то, что они позволяют осуществлять преобразование изображения оригинала в соответствии с балансом «по серому». Все многообразие форм TRC преобразования и редактирования изображений можно разделить на шесть типовых

категорий. Все они имеют общее начало и конец. Обобщенные формы градационных кривых приведены на рис. 71.

При использовании изображений оригинала с малым интервалом оптической плотности в светах, случай «белое на белом», оптимальной является кривая 4. Для обработки изображения с малым интервалом оптической плотности в тенях, случай «темное на черном», предпочтительной считается кривая 5. Если важные детали находятся в светах и тенях, то выбирается кривая 3. Когда же все основные детали находятся в полутонах, то выбирается кривая 3'. Обобщенные градационные кривые не могут быть панацеей на все случаи, которые можно встретить в практике, — они лишь показывают общие принципы и подходы при редактировании и согласовании преобразований изображения оригинала. Характер кривых является только ориентиром для главной задачи, решаемой при репродуцировании в допечатных процессах, — обеспечение качества изображения на оттиске, психологически приближенного к изображению оригинала. Очень много параметров влияют на этот выбор: качество материала, предлагаемого в виде оригинала, опыт и профессионализм оператора, традиции, технологии, процессы, устройства: ввода, отображения, изготовления форм и печати, сюжетные особенности визуальной сцены оригинала, методы согласования и управления цветом, программное обеспечение. Количество градационных характеристик определяется цветностью издания (для каждой краски), процессами изготовления форм (фотоформ, печатных форм) и процессами и способами печати. Здесь уместно попытаться сформулировать в общем виде основное понятие, определяющее процесс ввода и подготовки изображения оригинала и/или визуальной информации к полиграфическому репродуцированию. Итак, сканирование — это сложный процесс электронного репродуцирования, который использует цифровые методы и технологии для поэлементного и/или построчного и/или интегрального ввода и подготовки визуальной

информации компьютерными издательскими системами к полиграфическому воспроизведению. Сложность задачи, которая решается при сканировании, ни в коей мере не должна принижаться и умаляться. На этапе сканирования информация формируется в информационный поток, который в дальнейшем проходит через все этапы репродуцирования.

Постановка задачи

При соблюдении необходимых условий цифровые технологии позволяют обеспечить постоянство входных и выходных параметров на протяжении всего цикла ввод—вывод. Постоянство параметров позволяет прогнозировать качество воспроизведения изображения оригинала как на цветопробном устройстве (например, на цифровом принтере), так и в печати на оттиске. Для того, чтобы открытая система на этапе ввода информации работала надлежащим образом, необходимо с начала определить ее с «целями и смыслом». Поэтому важнее всего определиться с корректной постановкой задачи и выбором граничных условий для обеспечения профессионального ввода (сканирование) и цифровой обработки изображения оригинала.

Приступая к реализации конкретного полиграфического проекта, необходимо в самом начале четко определить круг задач полиграфического репродуцирования. Формат задач определяется следующими параметрами: вид полиграфической продукции (информационный бюллетень, книга, журнал, рекламный материал, художественная репродукция, альбом), периодичность выпускаемого издания, тираж издания, запечатываемый материал (бумага, картон и прочее), способ печати, тип печатного устройства.

Выбор устройств и технологий, позволяющих организовать информационный поток в допечатных процессах, осуществляется исходя из следующих соображений:

- повысить управляемость полиграфическими процессами;

- усилить контроль качества тоно-, цветовоспроизведения;
- уменьшить вероятность появления искажений в информационном потоке;
- обеспечить технологичность изготовления издания;
- снизить затраты на производство;
- увеличить производительность;
- усилить гибкость системы воспроизведения;
- обеспечить возможность модульной модернизации и замены как устройств, так и технологий;
- иметь возможность дублировать некоторые технологические звенья процессов репродуцирования;
- повысить надежность системы воспроизведения;
- иметь возможность прогнозировать и согласовывать результаты репродуцирования на промежуточных этапах (цветопроба — электронная, аналоговая, цифровая, печатная);
- сократить время производственного цикла.

Перечень основных задач, приведенный выше, — это неполный список задач, которые стоят перед современными цифровыми технологиями. Специалисты, работающие в допечатных процессах, могут с успехом отредактировать его, исходя из конкретного полиграфического проекта. Вид продукции формирует требования к оборудованию и материалам в допечатном, печатном, послепечатном производствах. Периодичность выхода издания диктует дополнительные требования к производительности и количеству используемого оборудования, а также к организации рабочего цикла и количеству смен. Тираж определяет выбор способов печати и тип печатных устройств и материалов в формном и печатном производствах. Запечатываемый материал (например, бумага мелованная глянцевая или матовая, плотность бумаги) определяет линиатуру печатного издания, параметры цветоделения, максимальное количество отдельных печатных красок, их суммарное количество в самых темных местах сюжетной сцены на от-

тиске, параметры растискивания. Печатная машина вносит свой вклад в растискивание. Так, у листовой печатной машины оно всегда ниже, чем у рулонной машины.

Учет всех этих параметров в совокупности позволяет технологично и без существенных проблем организовать прохождение информационного потока в производственном процессе, а также технически обоснованно и верно выбрать и использовать дорогостоящее оборудование, программное обеспечение, цифровые технологии. Поэтому опытный технолог всегда помнит простую истину, что нет плохого оборудования — есть оборудование, используемое не по назначению. Руководством к действию может быть и простое правило гармоничного равновесия между «целями и смыслами», открытое швейцарским психологом М. Люшером — автором цветового теста и метода упорядоченного соединения противоположного.

Граничные условия

Граничные условия характеризуют взаимоотношения между задачами, вытекающими из полиграфического проекта, и системой полиграфического воплощения и репродуцирования. Эти отношения строятся таким образом, чтобы были созданы оптимальные условия для решения задач, поставленных перед проектом. К граничным условиям I рода относятся все виды оборудования, их технические свойства и параметры. А такие категории, как технологии, материалы и человеческий фактор, имеют отношение к граничным условиям II рода. Задачи, поставленные проектом, управление процессами репродуцирования в цикле ввод-вывод — процессы взаимозависимые.

Так как нас интересует этап ввода информации, то есть процесс сканирования, поэтому рассмотрим следующие основные параметры.

Параметры и свойства: относящиеся к устройствам ввода

- тип устройства ввода (барабанный, планшетный, слайд-сканеры, цифровая камера);

- динамический диапазон оптической плотности и максимальное значение оптической плотности;
- разрешение устройства ввода информации;
- разрядность цвета (глубина цвета);
- скорость ввода и обработки информации;
- формат области отображения и/или сканирования на оригиналодержателе;
- цветные модели;
- форматы графических файлов;
- основное и дополнительное программное обеспечение;
- шкалы, тест-объекты, цифровые файлы описания шкалы TDF;
- программное обеспечение для калибровки устройства ввода;
- надежность устройства при эксплуатации;
- сервисное обслуживание;
- стоимость оборудования.
- методы калибровки процессов и устройств;
- требования производства (процессы: допечатные, формное производство, печатные);
- контроль и оценка качества;
- запечатываемый материал;
- технология печати;
- полиграфические расходные материалы;
- гибкая обратная связь между стадиями и этапами прохождения информации;
- опыт и традиции;
- оптимизация и нормализация процессов;
- согласование параметров в цикле ввод-вывод;
- отраслевые стандарты;
- образование и квалификация сотрудников;
- условия труда и отдыха персонала.

К граничным условиям II рода относятся параметры, которые позволяют создать необходимые и достаточные условия для тоно — и цветовоспроизведения при сканировании изображения оригинала. Цифровой ввод, обработка изображения оригинала, а также подготовка иллюстрации к печати — сложный процесс формирования информационного потока. Если параметры I рода больше отвечают за количественные характеристики полиграфического проекта, то граничные условия II рода принципиально отвечают за качественные показатели и характеризуют качество воспроизведения изображения оригинала на оттиске.

К граничным условиям II рода относятся, прежде всего, следующие параметры:

- технические требования к изображению оригинала;
- технологические требования к устройству ввода информации;
- технологии считывания, анализа, преобразования, передачи и хранения;
- технологии цветоделения;
- согласование и управление цветом;
- совершенство и гибкость программного обеспечения;

Вот далеко не полный перечень параметров, влияющих на качество оттиска при репродуцировании.

Классификация устройств и технологий ввода информации

Сканирование и/или цифровой ввод начинается и задает организацию информационного потока, а оттого, как он сформирован, во многом зависит будущее полиграфического проекта в целом.

Качество решения поставленных задач зависит во многом от опыта, традиции, образования и квалификации оператора, а также определяется технологиями организации информационного потока, управлением цветовоспроизведением. Технологии, заложенные в устройства ввода при считывании информации, имеют ярко выраженные отличия. Их классификация для краткости изложена изображена в графическом виде на рис. 72, где показана связь технологий и устройств подготовки визуальной информации к полиграфическому репродуцированию.

Принципиальное их отличие связано с этапом считывания информации, в качестве которого может использоваться поэле-

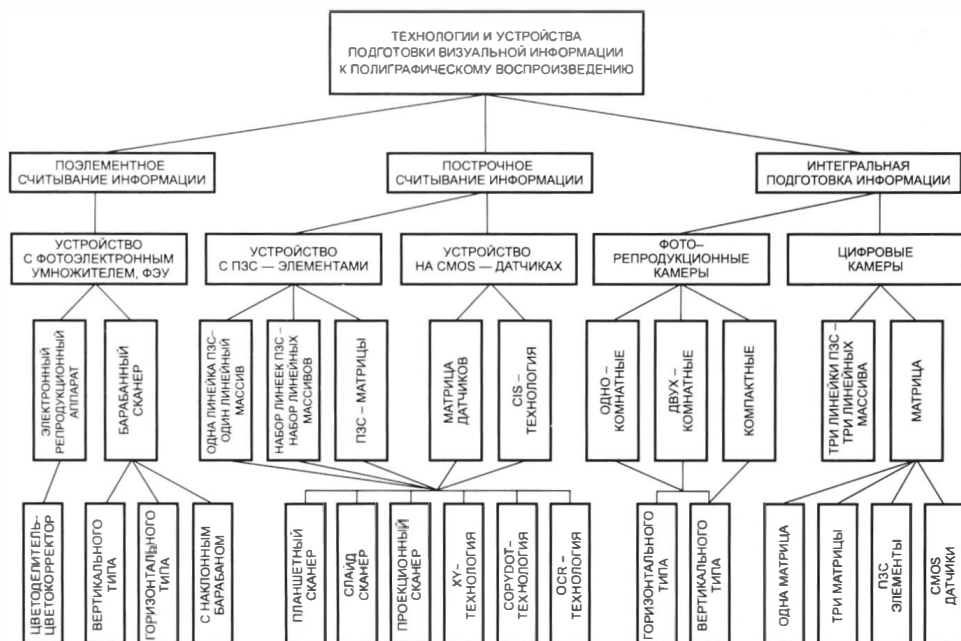


Рис. 72. Технологии и устройства подготовки визуальной информации к полиграфическому воспроизведению

ментное, построчное и интегральное считывание. Для поэлементного считывания при развертке используются устройства с фотоэлектронными умножителями, ФЭУ или РМТ. Обычно такие устройства имеют три и/или четыре ФЭУ — по одному на каждый канал RGB и один для нерезкого маскирования (контурная резкость). Честь изобретения ФЭУ принадлежит нашему соотечественнику физику Л. А. Кубецкому (1930 г.), когда он работал в Ленинградском физико-техническом институте. Как правило, устройства с поэлементным считыванием имеют еще один отличительный признак — это оригиналодержатель барабанного типа в вертикальном или горизонтальном исполнении. Они относятся к классу высокоточных и производительных устройств, обладающих большим динамическим диапазоном оптической плотности. Барабанные сканеры приспособлены к сканированию оригиналов как на прозрачной, так и на непрозрачной (на отражение) основах в пакетном режиме. Для построчного считывания используются

аппараты с ПЗС-элементами (ССD-элементами, приборы с зарядовой связью) или CMOS-датчики (комплемментарные структуры металл-оксидных полупроводников). ПЗС-, CMOS-технологии отличаются друг от друга способом передачи аналогового сигнала (заряда) и технологией его преобразования в цифровой сигнал в аналогово-цифровом преобразователе. Для последней технологии на кристалле кремния располагается как сам датчик и электроника для обработки сигнала, так и АЦП.

В последнее время в сканерах этого типа стали использоваться датчики, выполненные по CIS-технологии (контактные датчики изображений). В основе этой технологии лежит принцип непрямого светодиодного экспонирования LEDE, активно внедряемый фирмой Сапоп и другими в устройствах ввода информации. В качестве источников света в сканерах используют не ксеноновые и/или флуоресцентные лампы («белый» свет), а трехцветные светодиоды (LED) R, G, B. Сенсорные линейки, которые используют CIS-датчики, облада-

ют большой величиной отношения сигнал/шум, глубиной цвета (14 бит на канал RGB) и чувствительностью. Вместе с тем этим устройствам не нужно отдельного источника питания, так как сканер питается через шину USB. CIS-технология — это новое и перспективное направление развития технологий и устройств ввода информации, которое не лишено пока еще многих недостатков. На сегодняшний день технология с ПЗС-элементами (CCD и SCCD) все же обеспечивают более высокую четкость и цветопередачу. У всех аппаратов считывающее устройство представляет собой линейный набор этих элементов, который формирует линейный массив данных. В некоторых приборах используется одна линейка элементов — последовательная обработка сигналов R, G, B, а в других — три линейки или три набора элементов для одновременной обработки сигналов R, G, B. Использование тройного набора линеек считывающих элементов значительно увеличивает производительность устройства ввода при сканировании. Планшетные сканеры с плоским оригиналодержателем — это яркие представители данной технологии при сканировании. Вместе с тем этот способ считывания используется также в слайд-сканерах, в проекционных сканерах и в аппаратах, работающих по XY-технологии. Совершенствование ПЗС-, CMOS-, CIS-технологий и программного обеспечения, предназначенного для устройств ввода информации при сканировании, стремительно сближа-

ет эти технические средства (барабанные, планшетные и т.д. сканеры) по качеству оцифровки аналоговых оригиналов. Последнее утверждение можно проиллюстрировать на примере сканирования одного и того же диапозитива на сканерах разного класса. Тестовый сюжет, отсканированный на барабанном сканере класса цветокорректор Dainippon Screen SG-8060p, показан на рис. 73, а этот же сюжет, отсканированный на планшетном сканере Epson 10000XL Expression, представлен на рис. 74.

С развитием цифровых камер появилась возможность интегрального ввода (матрица) визуальной информации, что во многом напоминает подготовку визуальной информации с помощью фоторепродукционных камер, но на новом цифровом уровне и без промежуточных аналоговых носителей информации. Эволюция их развития идет по пути копирования структуры организации информационного потока в зрительной системе человека и замещения «старых» технологий ввода. Цифровые камеры информацию считывают, анализируют, преобразовывают и передают ее в цифровом виде в память или непосредственно в компьютер в виде файлов в формате TIFF, JPEG, или RAW. Самым неизвестным форматом для полиграфистов считается цифровой формат данных в спецификации RAW (16 бит на цвет RGB), который является и самым перспективным в свете развития цифровой аппаратуры ввода информации и развития профильной



Рис. 73. Тест-объект отсканирован на сканере Dainippon Screen SG-8060p



Рис. 74. Тест-объект отсканирован на сканере Epson 10000XL Expression

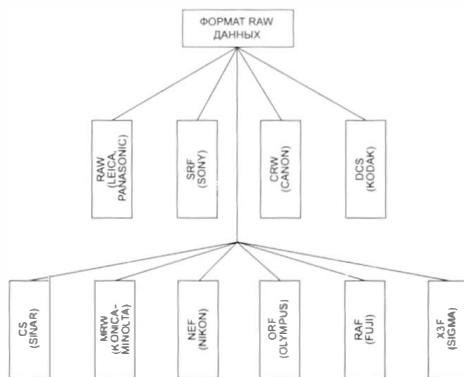


Рис. 75. Основные наименования форматов данных RAW

идеологии в системе рабочего потока для цикла оригинал-оттиск. По аналогии с пленочными диапозитивами (слайдами) цифровые RAW-файлы называют еще и цифровыми «слайдами», так как они позволяют обеспечить максимальное качество при подготовке их к печати как аппаратными, так и программными средствами (основными и дополнительными). Несмотря на целый ряд достоинств и перспективные возможности развития в будущем, этот формат до сих пор не является стандартом для цифровых устройств ввода. Поэтому у каждой фирмы-производителя, например, цифровых камер он свой и несовместим с программным обеспечением других изготовителей. Основные производители цифровых камер, которые используют RAW-формат данных и программное обеспечение к ним, показаны на рис. 75.

Информационное звено цифровая камера-компьютер по своей структуре напоминает зрительный анализатор (глаз-мозг) человека. Эта информационная связка постоянно совершенствуется в своем техническом и технологическом развитии. Картина была бы неполной, если не упомянуть о подходах, применяемых при формировании информационного потока при сканировании: классический метод CEPIS для открытых систем, профильный метод управления цветом по стандарту ICC. Когда состав всех компонентов (устройств, процессов, технологий) в цикле ввод – вывод

известен и постоянен, то желательно воспользоваться преимуществами традиционной технологии обработки изображений. Сканирование на профессиональном и высокоточном устройстве с использованием всех возможностей специального программного обеспечения позволит выполнить преобразование изображения оригинала в цветовое пространство устройства вывода (СМΥК, печатная машина, способ печати, запечатываемый материал и прочее) наилучшим образом. Подобный подход использует опыт, традиции, квалификацию оператора и технолога по допечатным процессам таким образом, чтобы результат на оттиске был психологически максимально приближен к изображению оригинала и без потерь деталей в светах, полутонах, тенях. Если же состав основных устройств и технологий репродуцирования неизвестен, постоянно меняется и/или территориально распределен (удаленный доступ), то без использования профильного подхода в управлении по стандарту ICC в этой ситуации не обойтись.

Несмотря на массу достоинств, у стандарта есть немало недостатков, которые тормозят внедрение профильного подхода, а именно:

- профиль отражает свойства устройства и характеризует его только на момент измерений;
- параметры устройств имеют технический, технологический, статистический, вероятностный разброс и отклонения;
- необходимо специальное оборудование, программное обеспечение, контрольные и измерительные шкалы и файлы описания TDF;
- требуется время для выявления расхождений между изображением оригинала и оттиска;
- стоимость производственных затрат растет.

Идея цветового согласования профиль-PCS – профиль проста и технологична, но далеко не так совершенна, как бы хотелось ее создателям из ICC.

Основное и дополнительное программное обеспечение

Сканирующие устройства поставляются с программным обеспечением, которое автоматизирует многие трудоемкие операции при вводе и обработке данных и предлагает технологические решения для получения стабильного и достоверного цвета при оцифровывании сюжета. Достоверность преобразования цвета определяется математическими методами, цветовыми таблицами и алгоритмами, которые используются ядром программы при преобразовании цвета из одной цветовой модели пространства в другую. Надежность технологии определяет качество цветовоспроизведения оригинала при подготовке изображения к печати.

Программные решения и инструментальные средства управления должны быть простыми, разнообразными и высокоточными. Программное обеспечение вместе с устройствами ввода и обработки данных должны комплексно решать задачи технологического цикла «ввод — отображение — вывод». Сканирующий комплекс (сканер — программа управления) обязан предоставлять возможность работать как в автоматическом режиме, так и в режиме тонкой настройки под управлением квалифицированного оператора.

Из-за несоответствия цветового пространства моделей RGB и CMYK, в которых работают устройства технологического цикла «ввод-отображение-вывод» (сканер-монитор-печатный станок), добиться предсказуемости цветопередачи до недавнего времени было очень трудно. Но с вводом единого формата профиля, в котором содержится информация о цветовом пространстве конкретного устройства ввода, отображения, вывода, появилась возможность добиться предсказуемой цветопередачи в процессе репродуцирования. Для платформ с операционной системой Mac OS — это стандарт ICC, а для платформ с операционной системой Windows — ICM. В основе этих стандартов лежит приборонезависимая цветовая модель CIE L*a*b*, кото-



Рис. 76. Оригинал-мишень или контрольная шкала IT8 — (7/1, 7/2), где 7/1 — шкала на прозрачной основе (слайд), 7/2 — шкала на непрозрачной основе (фотография)

рая служит универсальным средством при преобразовании цветовой модели RGB в цветовую модель CMYK. Разработанная компанией Linotype CPS система (принцип) управления цветом, в основе которой лежит цветовая модель CIE L*a*b*, была лицензирована и внедрена в ядро операционных систем Mac OS и Windows, что дало возможность фирмам-производителям оборудования с помощью единого формата профиля правильно описывать цветовые пространства работы устройств ввода, отображения, печати. Существуют дополнительные программы и устройства (цветокалибрующие устройства и спектрофотометры), позволяющие редактировать и создавать в рамках стандарта CIE профили ICC (ICM) устройств ввода, отображения, вывода (печати). Как правило, эти программы и калибрующие устройства разрабатываются отдельными блоками и предлагаются разработчиками как самостоятельные программные и инструментальные опции. Обычно для получения профилей устройств ввода информации (калибровка сканеров) используются цветные оригиналы-мишени (рис. 76) на отражение и пропускание в виде специальной контрольной шкалы IT8 — (7/1, 7/2).

Для построения профилей устройств отображения информации (мониторы, видеокарты) используются специальные про-

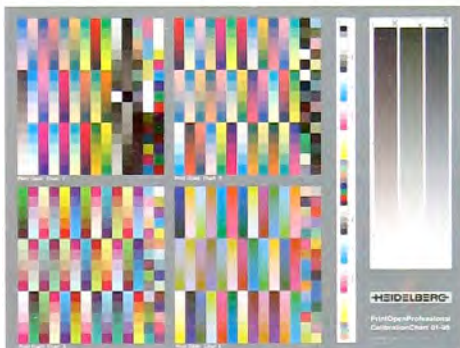
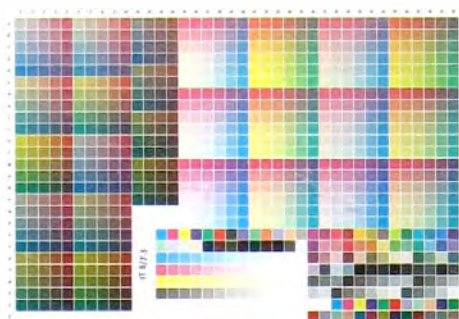


Рис. 77. Контрольные тестовые шкалы (аналог IT8—7/3) для калибровки выводного (печатного) устройства

граммы (например, Adobe Gamma — утилита программы Adobe Photoshop) или калибрующие устройства (например, фирмы GretagMacbeth, X-Rite и другие) вместе с программным обеспечением, которое обеспечивает управление и сравнение измеренных данных тестовой карты с эталонными электронными данными.

Для построения профилей устройств вывода (печати) используют электронные прототипы тест-таблицы IT8—7/3 (рис. 77).

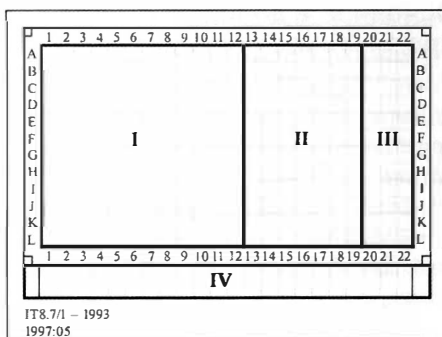


Рис. 78. Структурная схема тест-объекта IT8

В результате калибровочного процесса получают ICC-профили устройств ввода, отображения, вывода.

Мишени разрабатываются в соответствии со стандартом ANSI и используют LCH_{ab}-модель (L — Lightness, C — Chroma, H — Hue angle, а и b — хроматические параметры) для спецификации цвета при стандартном освещении нормализованным источником света D50 (5000 K, $x=0,3457$, $y=3585$). Для устройств ввода мишень состоит из четырех зон и имеет буквенно-цифровую координацию цветовых полей. Зона 1 характеризует цветовой охват фотографического материала (в светах, полутонах, тенях). В зоне 2 представлены первичные цвета (C, M, Y), их попарные наложения (R, G, B) в виде градиционных шкал. Зона 3 четко не регламентирована, в ней обычно размещаются полутоновой сюжет по выбору фирмы-производителя и, как правило, оттенки телесных и других памятных цветов. В зоне 4 размещается нейтрально-серый клин с конкретными значениями по светлоте для полей 1-22 ($\Delta L^* \approx 4$). Поля в зоне 4 до 1 и после 22 не обязательно нейтральные и характеризуют оптическую плотность D_{\min} , D_{\max} , которая может быть реализована на данном материале.

Фирмы-производители материалов (Kodak, Agfa, Fuji), выпускающие мишени, как правило, присваивают им идентификационный номер, а на магнитном носителе размещают цифровую информацию в виде текстового файла по каждому полю мишени в цветовых координатах X, Y, Z; Lab. Данные текстового файла уникальны и соответствуют конкрет-

ному материалу, типу, а также размеру тестируемого, который обязательно необходимо учитывать при создании профиля устройства ввода информации.

Процесс калибровки (согласование параметров устройств, участвующих в репродукции, технологических процессов и используемых материалов) — важный, трудоемкий, многоступенчатый, итерационный и очень затратный подготовительный этап работы. Калибровка системы (получение профилей устройств ввода, отображения, вывода и согласование их работы) позволяет добиться большей стабилизации и

предсказуемости процесса полиграфического репродуктивного.

К сожалению, учет профилей при оцифровывании и подготовке иллюстраций к печати сам по себе не решает все проблемы, а лишь дает возможность получить хороший средний (стабильный) результат. Передать настроение сюжета, нюансы тонового распределения, вызвать при просмотре репродукции «истинные» или требуемые цветовые ощущения, создать узнаваемую предметную иллюзию на сегодняшний день может только настоящий квалифицированный, опытный специалист по цветовоспроизведению.



Глава 11

СКАНЕРЫ И ИХ ВОЗМОЖНОСТИ

Этот мир земной — отраженное
в зеркале марево теней.
Есть, но не скажешь, что есть,
нет, но не скажешь, что нет.

Минамото-Но-Санэтомо

Сканеры и их разновидности

Сканирование — это процесс поэлементного анализа или записи (синтеза) на материальном носителе изображения по заданной траектории. Процессы анализа и синтеза изображения при сканировании разделены в пространстве, а иногда и во времени.

Сканер в полиграфии — это устройство для оцифровывания и ввода двумерных полутоновых и штриховых изображений (на прозрачной и непрозрачной основах), а также растровых изображений (СМУК—оригиналов) в компьютер издательской системы при подготовке издания к печати.

Различают **ручные, планшетные, барабанные и проекционные сканеры** (слайд-сканеры). Проекционные сканеры также называют слайдовыми, хотя как планшетные, так и барабанные сканируют слайды, но проекционные работают только со слайдами. Хотя в последнее время появились модели этого класса, работающие с материалом и на отражение, например слайд-сканеры фирмы Imasop. Ручные сканеры в компьютерных издательских системах не находят применения из-за низкого качества сканирования. Это оперативный вид сканеров. От

возможностей сканера и качества его работы во многом зависит качество воспроизведения иллюстраций в будущем издании.

По типу используемых светочувствительных датчиков их можно разделить на две группы:

- 1) в планшетных, ручных и проекционных сканерах (слайд-сканерах) используются приборы с зарядовой связью (ПЗС);
- 2) в барабанных сканерах — фотоэлектронные умножители (ФЭУ).

Кроме того, модели одного вида сканеров отличаются по ряду технических характеристик, влияющих на качество сканирования и определяющих область применения. В последнее время большое распространение получили слайд-сканеры.

Слайд-сканеры используются при подготовке рекламных материалов коммерческого качества, массовых и отраслевых журналов, цветных каталогов, а также книг с цветными и черно-белыми полутоновыми иллюстрациями (за исключением художественных изданий).

Планшетные сканеры согласно их возможностям можно разделить на три группы: простые, промежуточного (среднего) класса и высококачественные сканеры.

Простые модели используются для деловых коммуникаций, относительно дешевых публикаций с черно-белыми и цветными иллюстрациями. Понятие «простые модели» довольно условное, поскольку в настоящее время большинство даже самых простых моделей планшетных сканеров имеют глубину цвета 8 бит/канал (8 бит/цвет), а некоторые могут работать не только с непрозрачными оригиналами, но и с прозрачными. Оптическое разрешение сканеров этой группы — 300–600 dpi.

Сканеры промежуточного класса имеют оптическое разрешение 600–1800 dpi, глубину цвета 10–12 бит/канал, большие области отображения. Они также могут оцифровывать диапозитивы, цветные негативы (в некоторых случаях) и оригиналы, изготовленные на непрозрачной подложке. Это делает их более приемлемыми для издательского дела.

Некоторые из этих моделей включают программное обеспечение, позволяющее на основании предварительного сканирования корректировать аналоговые данные и избегать потерь качества, неизбежно связанных с последующей обработкой. Программное обеспечение отдельных моделей промежуточного класса поддерживает режим пакетного сканирования.

Среди планшетных сканеров высокого класса есть модели, которые по своим техническим возможностям могут конкурировать с барабанными сканерами. Они лучше всего подходят для сервисных бюро, агентств и издателей журналов, когда необходимо сканирование большого объема оригиналов в короткие сроки.

Существуют дополнительные аппараты, расширяющие возможности сканеров этого класса, — *приставки автоматического сканирования*, которые позволяют повысить производительность сканера по сравнению со стандартной моделью. Приставка позволяет загружать одновременно большое количество слайдов.

Безусловное преимущество планшетных сканеров — возможность работы с оригиналами, изготовленными на жесткой и/или непрозрачной подложке.

Барабанные сканеры всегда рассматривались как инструменты для обработки изображения, включенные в качестве иллюстраций в издания высокого класса, типа рекламных материалов, художественных высококачественных репродукций, цветных изображений большого формата. Некоторые модели планшетных сканеров высокого класса также могут использоваться для такого рода работ.

Барабанные сканеры обладают рядом преимуществ перед остальными разновидностями:

- 1) большая глубина цвета (от 12 до 16 бит/канал) и широкий динамический диапазон оптических плотностей (3.6–4.0D при максимальном значении оптической плотности 3,7–4,3D);
- 2) высокое разрешение и возможность большого увеличения изображений;
- 3) возможность обработки различных по виду оригиналов;
- 4) высокая производительность.

Барабанные сканеры могут оцифровывать позитивы, диапозитивы, негативы, оригиналы, выполненные полиграфическим способом. — фактически любой тип оригиналов, достаточно гибких, чтобы их можно было закрепить на барабане.

Режим пакетной обработки позволяет оператору сканировать несколько оригиналов одновременно, сохраняя каждое изображение в отдельном файле. Автоматическое распознавание типа оригинала и автофокусирование дают возможность сканировать различные оригиналы с существенно отличающимися диапазонами оптических плотностей без вмешательства оператора. Сменные барабаны экономят время, позволяя монтировать на второй барабан оригиналы, пока вращается первый. Если в комплект поставки включено автоматизированное программное обеспечение управления заданиями, то можно даже прерывать работу, удалять барабан, чтобы вставить «горящий» проект, и автоматически продолжать прерванное сканирование, как только производственное напряжение спадет.

Определенные неудобства и дополнительные затраты при эксплуатации барабанных

сканеров вызваны использованием только гибких и тонких оригиналов, а также необходимостью применения специальных устройств для монтажа оригиналов на барабан.

Существует два технологических подхода к сканированию:

- изображение сканируется в стандартных установках программы, а затем вся необходимая градационная, резкость и цветовая коррекция ведется средствами Adobe Photoshop. При этом нет необходимости глубоко вникать в специфику конкретного изображения, особенности поведения сканера и можно обеспечить сравнительно высокую производительность;
- подбор всех параметров сканирования осуществляется до того, как будет проведено окончательное сканирование. Это позволяет обеспечить максимально возможный для данного сканера и данного оригинала результат.

Финал обеспечиваемых сканером преобразований — это информация об изображении, передаваемая в компьютер в цифровой форме. В процессе сканирования сигнал претерпевает преобразование из аналоговой формы в цифровой вид, причем момент выполнения этой операции влияет на качество работы всей системы. Цифровые преобразования информации технически проще и надежнее, но порождают значительную погрешность.

Планшетные сканеры

Световой поток от источника света проходит через прозрачный оригинал (или отражается от непрозрачного оригинала), размещенный на прозрачной поверхности; щелевую диафрагму, которая ограничивает размер элемента изображения, считываемого каждым элементом ПЗС-линейки; фокусируется объективом и попадает на систему полупрозрачных зеркал, распределяющих световой поток на три равные по интенсивности части. Каждый из трех световых пучков прохо-

дит через светофильтр (красный, зеленый или синий) и попадает на линейку элементов с зарядовой связью, расположенную в фокальной плоскости объектива. Таким образом, происходит считывание информации об одной строке изображения.

Вместо зеркал могут использоваться специальные призмы, распределяющие световой поток на три части. В некоторых моделях эти призмы выполняют и функции светофильтров, направляя разные части видимого спектра в разные стороны.

Планшетный сканер может иметь раздельные плоскости для размещения прозрачных и непрозрачных оригиналов. Такая конструкция позволяет получить выигрыш сразу в нескольких отношениях. После переключения режима сканирования меняется не только источник света, но и зеркала. Оптика сбалансирована с учетом типа оригинала, что, безусловно, отражается на качестве результата. В процессе сканирования оригиналов одного типа можно монтировать оригиналы другого.

Барабанные сканеры

Световой поток от источника света проходит через оригинал, фокусирующий объектив и отверстие диафрагмы, затем сфокусированный луч попадает на расщепляющую систему (призму или блок зеркал) и через три светофильтра попадает на светочувствительные элементы — фотоэлектронные умножители (ФЭУ).

Как правило, считывающий узел расположен снаружи барабана, а источник света для сканирования прозрачных оригиналов — внутри. Когда сканирование проводят в отраженном свете, освещение обеспечивается со стороны объектива, а специальная светозащитная ширма совместно с диафрагмой защищает от паразитного потока, идущего напрямую от источника в объектив.

Наряду со сканерами с горизонтально расположенным барабаном (а таких сейчас большинство) существуют модели с вертикальным расположением барабана. Для этих сканеров была предложена новая тех-

нология монтажа оригиналов на барабан. В отличие от достаточно трудоемкого наклеивания слайдов на внешнюю поверхность барабана новая технология монтажа *Quick Mount* позволяет быстро закреплять слайды в специальных кассетах, вставляемых внутрь барабана, что экономит массу рабочего времени оператора. В простейшем случае кассета представляет собой прозрачное ПВХ-кольцо внутри барабана, за которое, как в карман, помещаются слайды. Благодаря высокой скорости вращения барабана центробежная сила плотно прижимает слайды к его внутренней поверхности.

Сканеры и их технологические параметры

В справочной литературе и фирменных рекламных изданиях, как правило, приводятся следующие данные о сканерах:

- 1) вид и размер оригинала;
- 2) источник света и приемник света;
- 3) динамический диапазон оптических плотностей (или интервал оптических плотностей);
- 4) максимальная оптическая плотность;
- 5) разрешение;
- 6) глубина цвета (или обработка цвета);
- 7) диапазон масштабирования;
- 8) апертуры (для барабанных сканеров);
- 9) область сканирования;
- 10) фокусировка;
- 11) возможность пакетной обработки;
- 12) сведения о программном обеспечении.

Сканирование может осуществляться в проходящем свете (для оригиналов на прозрачной подложке) или в отраженном (для оригиналов на непрозрачной подложке). Сканирование негативов отличается особой сложностью, поскольку этот процесс не сводится к простому инвертированию градаций цвета от негатива до позитива. Чтобы точно оцифровывать цвет в негативах, сканер должен компенсировать цветную фотографическую вуаль на оригинале. Есть несколько способов решения этой проблемы: аппаратная обработка, программные алгоритмы перехода от негатива к позитиву или справочные таблицы для конкретных типов фотопленки.

Источники и приемники света

Возможности сканирующего аппарата во многом определяются источником света (мощность источника) и светочувствительными элементами в качестве приемников — приборами с зарядовой связью (ПЗС-линейки в планшетных сканерах), фотоэлектронными умножителями (ФЭУ в барабанных сканерах), а также аналого-цифровыми преобразователями (АЦП).

В планшетных сканерах в качестве линейного, протяженного *источника света* используется *люминесцентная лампа* со спектром света, близким к дневному. В барабанных сканерах в качестве точечного источника света используются *галогенные* или *ксеноновые* лампы мощностью 30-75 Вт, так как они сочетают высокую интенсивность излучения с достаточно равномерным распределением мощности во всем диапазоне спектра излучения.

В планшетных сканерах в качестве *приемника света* используется линейка ПЗС. В сканерах, осуществляющих сканирование за один проход, используются три линейки ПЗС. В самых простых и дешевых моделях вместо трех линеек ПЗС используется одна, а светофильтры перед ней меняются. В этом случае сканирование осуществляется в три прохода. В барабанных сканерах всех типов в качестве светочувствительных приборов используются фотоэлектронные умножители (ФЭУ). Большинство сканеров — однопроводные и имеют три ФЭУ (по одному для каналов красного, зеленого и синего) или четыре (четвертый — для формирования сигнала нерезкого маскирования).

Динамический диапазон оптических плотностей (ΔD) — диапазон распознаваемых сканером оптических плотностей от минимального до некоторого максимального значения, которое иногда указывается дополнительно. С ростом этого диапазона расширяется диапазон градаций яркости, который сканер может считывать. Динамический диапазон влияет на содержание оцифрованного изображения (гладкость переходов и уровень детальности). При низких

значениях ΔD может происходить потеря деталей в крайних областях диапазона тонов. Поэтому для получения сканированных изображений хорошего качества необходимо, чтобы динамический диапазон сканирующего устройства был больше динамического диапазона сканируемого оригинала.

Согласно отраслевому стандарту ОСТ 29.106–95, а также рекомендациям фирм Kodak и Agfa динамический диапазон оптической плотности (D_{opr}) для полутонного оригинала на прозрачной основе должен иметь значение в интервале 3,1–3,9D (для негативных полутонных оригиналов значение может достигать 4,0 D), для полутонного оригинала на непрозрачной основе — значения в интервале 2,1–2,4D (теоретически для полутонной черно-белой фотографии значение может достигнуть 2,5D). Если значение динамического диапазона оптической плотности оригинала больше плотностного диапазона сканирующего устройства ($D_{opr} > D_{scan}$), то сюжетные детали, не попавшие в диапазон оптических плотностей сканера, будут представлены в виде плашек в тенях или бликов в светах. В этих сюжетных частях изображения будет нарушено тональное распределение, частично или полностью потеряна информация, в результате чего оцифрованное изображение будет нерезким из-за неразличимости границ переходов между областями. Характеризуя такие изображения на оттиске, обычно говорят, что в иллюстрации имеется «завал теней» или «провал светов», потерян световой контраст. Как правило, фирмы-производители оборудования в технических характеристиках приводят параметр ΔD , опуская минимальное (D_{min}) и максимальное (D_{max}) значения оптической плотности, которые фактически отвечают за сюжетную проработку деталей в светах и тенях. Эти параметры характеризуют способность устройства ввода выделять слабый сигнал из шума.

Динамический диапазон характеризует плавность и насыщенность тонового воспроизведения, тональное распределение и ширину диапазона тоновых значений (тональная чувствительность) оцифрованно-

го сюжета, общий уровень детальной проработки. ОСТ 29.106–95 рекомендует иметь минимальное значение оптической плотности полутонного цветного оригинала на непрозрачной основе не ниже 0,05 D и не более 0,2 D, а для полутонного цветного оригинала на прозрачной основе — не ниже 0,35 D. Динамический диапазон оригинала — это разница оптических плотностей между «точкой» черного и «точкой» белого в сюжете, т.е. между самым темным (но не плашечным черным) и самым светлым (но не бликом в светах) местом на оригинале. Динамический диапазон устройства ввода есть разность между максимальным и минимальным значениями оптических плотностей ($D = D_{max} - D_{min}$), и, зная одно из значений плотности (D_{max} или D_{min}), всегда можно получить крайние значения оптических плотностей. Динамический диапазон аппарата ввода информации — очень важная характеристика, связанная с мощностью источника света (лампа освещения), разрядностью АЦП и зависящая от шумов в светочувствительных приемниках (ПЗС, ФЭУ). Как правило, прирост одной десятой доли динамического диапазона устройства ввода дорого стоит как в прямом, так и в переносном смысле. Однако тем, кому нужны качество и хорошо проработанные детали в глубоких тенях, стоит над этим задуматься. Очень часто параметры по динамическому диапазону оказываются несколько завышенными из-за разного подхода к оценке «сигнал/шум».

По своим характеристикам аппараты разных конструкций стали сейчас довольно близкими, причем тенденция к сближению год от года усиливается. Так, планшетные сканеры высокого класса (представители нового направления светочувствительных приемников и АЦП) имеют диапазон оптических плотностей порядка 3,7–4,0 D. Например, планшетные сканеры фирм Heidelberg (линейка — LinoScan) и Scitex (линейка — EverSmart) имеют диапазон 3,7 D, а аппарат Cezanne Elite фирмы Dainippon Screen — 4,0 D (при $D_{max}=4,2$ D) и сканер EverSmart Supreme — 4,0 D (при $D_{max}=4,3$ D) при разрядности 16 бит на канал. Барабан-

ные сканеры, традиционно применявшиеся в полиграфии, достигли динамического диапазона плотностей в интервале 3,9–4,2 D. Так, например, сканеры фирм Heidelberg (CromoGraph 3900), Dainippon Screen (SG-8060p) имеют диапазон оптических плотностей 4,2 (при $D_{\max}=4,5D$) и 3,9 D соответственно. Хорошие характеристики по глубине цвета и динамическому диапазону показывают и слайд-сканеры фирмы Imacon. Так, например, слайд-сканер Imacon Flextight 949 имеет динамический диапазон до 4,9D при глубине цвета 16 бит/канал. При оценке и выборе устройства ввода такой параметр, как динамический диапазон оптических плотностей, является определяющим и наиболее важным. Он должен перекрывать значения диапазона оптических плотностей обрабатываемых исходных оригиналов.

Разрешение

При рассмотрении такого важного критерия, как разрешение устройства ввода графической информации, заострять внимание необходимо только на оптическом разрешении. Производители и поставщики оборудования, как правило, пытаются в рекламных целях указать и интерполяционное значение разрешения. Величина интерполяционного значения разрешения всегда значительно выше, чем оптического.

На самом деле интерполяция состоит в добавлении усредненных данных между двумя ближайшими оптическими точками. Такая искусственность данных не добавляет информации о цвете, градации, детальности сюжета, а лишь наполняет оцифрованное изображение «цветовым шумом». Это может привести не к увеличению качества оцифровывания изображения, а, наоборот, к снижению четкости и детальности, к загрязнению цвета (снижению цветовой насыщенности) обрабатываемого сюжета. Качество интерполяционного разрешения зависит от алгоритма выбора значений цвета и градаций, реализованного аппаратно или программно.

Входная разрешающая способность — это густота (плотность, частотность, частота),

с которой сканирующее устройство проводит выборку информации в данной области (на линейный дюйм или сантиметр) в ходе оцифровки. Часто фирма-изготовитель приводит два значения входной разрешающей способности: 1) входное оптическое разрешение и 2) входное интерполированное разрешение.

Оптическое разрешение описывает объем реальной информации, который может ввести оптическая система сканирующего устройства. Факторы, определяющие оптическое разрешение, зависят от типа оцифровывающего устройства.

Для планшетных сканеров максимальное оптическое разрешение в направлении, параллельном линейке ПЗС, определяется числом элементов в этой линейке. Для моделей с фиксированным фокусным расстоянием это разрешение — фиксированное, т.е. независимо от размеров оригинала вся ширина рабочего пространства проецируется на всю длину линейки ПЗС.

В более сложных устройствах предусматривается объектив с переменным фокусным расстоянием (или сменные объективы с разным фокусным расстоянием). Это позволяет проецировать не всю рабочую область, а только необходимое изображение. В случаях уменьшения размера области сканирования увеличивается оптическое разрешение.

Вдоль другой оси, связанной с взаимным перемещением считывающей системы и оригинала, оптическое разрешение зависит от возможностей механизма, приводящего в движение считывающий узел, возможности изменять ширину щелевой диафрагмы и/или фокусное расстояние.

В барабанных сканерах это: скорость вращения барабана, мощность источника света, возможности шагового двигателя и апертура объектива. У барабанных сканеров практически нет препятствий к регулированию оптического разрешения. Оно достигается изменением шага перемещения считывающей системы (вдоль одной оси) и частоты опроса светочувствительных элементов (вдоль другой). Если быстродействия электроники не хватает для обработки считанной инфор-



Рис. 79. Файлы подготовлены с разным качеством и разрешением: а — 225 dpi, б — 300 dpi, с — 400 dpi

мации, то для большинства из разрешений снижается скорость вращения барабана. Реальное ограничение на диапазон изменения разрешений накладывается набором апертур сканирования и (в меньшей степени) качеством изготовления оптики и механизма перемещения считывающего узла. Для всех барабанных сканеров максимальное разрешение не зависит от размеров оригинала.

Интерполированное разрешение представляет кажущийся объем информации, который сканер может вводить с помощью алгоритмов, реализуемых процессором и/или программным обеспечением. Алгоритмы интерполяции не добавляют новых деталей в изображение, они усредняют значения цвета или градаций серого в смежных пикселях и вставляют между ними новый пиксель. Как правило, интерполяция приводит к снижению резкости и контраста изображения.

Оптическое разрешение для планшетных сканеров зависит от количества датчиков в ПЗС-линейках (матрицах, приборах с зарядовой связью) и технологии перемещения сканирующей головки. Для современных высокоточных плоскостных сканеров, работающих по XY-технологии (XYStitch — технология сшивания полос, XYZoom — технология, использующая изменение фокусного расстояния оптической системы), последнее замечание не столь актуально. В барабанных сканерах на оптическое разрешение влияют следующие параметры: скорость вращения

барабана, источник света (и связанные с ним проблемы охлаждения и время воздействия на оригинал), набор апертур объектива, характеристики шагового двигателя.

Необходимая величина оптического разрешения — это функция, зависящая от линиатуры растриваемого изображения (одна из характеристик печатного процесса), выходного размера изображения (коэффициент масштабирования) и коэффициента качества (значение коэффициента обычно рекомендуют выбирать в интервале 1,5–2,0). Дэн Маргулис рекомендует также выбирать значение коэффициента качества на основании анализа динамического диапазона плотности оригинала (светлый, нормальный, темный), линиатуры печатного издания и запечатываемого материала.

В реальности выбор значения *коэффициента качества* — проблема скорее «философская» (рис. 79).

Что важнее: незначительная потеря четкости в мелких деталях и контурах или неоправданно большие размеры файлов, сильная загруженность сети, стремительная потеря свободного дискового пространства? Все это ведет к потере времени и средств при обработке больших объемов графической информации. При оцифровке и обработке сюжетов информация несколько раз подвергается дискретизации. Непрерывно изменяющийся полутоновой сигнал разбивается на дискретные порции

информации, которые усредняются и считаются постоянными по времени и по координате (в пространстве). Это происходит на этапе ввода информации (при сканировании) и усугубляется при растривании, когда происходит преобразование числовых массивов (цифровые дискретные величины) иллюстративной информации в еще более дискретный микроштриховой вид (растровый вид) цветоделенных фотоформ, пластин.

Согласно теории дискретизации значений коэффициента качества Q_f (аналог критерия Найквиста, NC) должно быть больше или равно 2. Бесспорно, это оправданно при сканировании, когда на основе линиатуры и масштаба определяется размер сканирующего пятна, происходит выбор аперттуры. При последующих операциях мы всегда имеем дело с «условно» изменяющимся сигналом, так как до этого он уже был дискретизирован. Применение при растривании нетрадиционных методов, таких, как растривание со смещением и деформацией точек по контурам, и других позволяет пересмотреть неизбежность значения 2.

Коэффициент Найквиста, или критерий Найквиста — синоним коэффициента качества. Этот коэффициент в 1928 году был предложен Г. Найквистом, работавшим инженером в американской компании AT&T, и использовался при замерах непрерывного сигнала с ограниченным спектром. Данный критерий характеризует процесс приема информации с потерями или без потерь, в зависимости от частоты дискретизации. Если $NC=2$, то говорят, что дискретизация происходит с частотой Найквиста — это верхняя граница коэффициента. Если $NC<2$, то выборка идет с донайквистовой частотой и при этом возможны небольшие потери информации. Если $NC>2$, то выборка идет с супернайквистовой частотой, которая уже не будет независимой.

В полиграфии используется синоним этого критерия — коэффициент качества, который используется для вычисления разрешающей способности R.

$$R = L \times Q_f \times M,$$

где

L — линиатура раstra,

M — коэффициент масштабирования,

Q_f — коэффициент качества.

Для полиграфии рекомендуется значение в следующем интервале:

$$Q_f = 1,5 \dots 2.$$

На практике значение 2 обычно используется для очень светлых сюжетов, содержащих большое количество деталей и штрихов, а также для изданий на высококачественной бумаге рекламного и художественного назначения. Оцифровывание сюжетов с большим увеличением ($>800\%$), содержащих геометрические текстуры, правильные решетчатые структуры, большое зерно и шумовые подложки, лучше выполнять при выборе коэффициента качества в интервале $1,5 < Q_f < 2$ (например, при $Q_f = 1,5; 1,6$). Это позволяет не только значительно уменьшить объемы обрабатываемой информации, но и избавиться от нежелательных артефактов (узоров, муара, шума, псевдодеталей, излишней затемненности).

Чем больше запас по оптическому разрешению в аппаратах ввода и обработки графической информации, тем детальнее сюжетная проработка изображения и больше отношение «сигнал/шум» (меньше шумовое воздействие при вводе информации). Это особенно важно для случая большого увеличения выходного размера изображения при подготовке его к печати.

Разрядность цвета, или глубина цвета, — важная характеристика устройства ввода и обработки изображения. Этот параметр характеризует возможное число различных оттенков цвета или градаций серого по каждому цветовому каналу. При передаче полутонов в глубоких тенях и слабых светах высокая разрядность цвета просто необходима. Сканеры, имеющие динамический диапазон $\Delta D=4,0$, используют, как правило, 16 бит на канал. Это дает возможность выделить из шума относительно слабый сигнал. Определяется этот критерий в степенях двойки ($2^8, 2^{12}, 2^{14}, 2^{16}$). Современные сканирующие аппараты имеют значение глуби-

ны цвета в интервале 12–16 бит/канал, что предполагает возможность работы в расширенном цветовом пространстве.

С ростом глубины цвета увеличивает-ся количество деталей изображения, кото-рые может вводить сканер, и улучшается цветопередача. Глубину цвета следует рас-сматривать в совокупности с максималь-ной оптической плотностью сканера. Она характеризует физическую возможность оцифровывающего устройства восприни-мать большой диапазон оптических плот-ностей, а действительный диапазон зависит от чувствительности считывающего элемен-та. Иногда вместо термина «глубина цвета» в рекламной литературе используют термин «глубина точки».

Несмотря на такое большое значение разрядности битового представления цвета, из-за наличия электрического шума на вы-ходе после приведения динамического диа-пазона оригинала к диапазонупечатного от-тиска отбираются только 8 «чистых» бит на цвет. Такой подход гарантирует передачу бо-лее правильных сигналов и, как следствие, получение большего количества сюжетных деталей, а также сохраняет тоновые перехо-ды между градациями. Динамический диа-пазон и глубина цвета взаимосвязаны и ока-зывают влияние друг на друга.

Скорость обработки информации име-ет непосредственное отношение к увели-чению производительности сканирующего комплекса, а, следовательно, к снижению се-бестоимости выпускаемой продукции и уве-личению экономической эффективности. Поэтому при значительных объемах скани-рования и высокой периодичности выхода изданий этот параметр имеет важное зна-чение. Преобразование аналоговых значе-ний напряжений, которые считываются ПЗС-линейками или ФЭУ (в зависимости от типа устройства), занимают аналогово-цифро-вые преобразователи (АЦП).

Использование специальных отдельных процессоров (DSP), обрабатывающих цифро-вые сигналы (так, в сканере SG-8060p фирмы Dai nippon Screen используется 14 DSP-про-цессоров), существенно повышает скорость

сканирования, поскольку преобразование аналоговых сигналов в цифровые (АЦП) про-исходит практически параллельно с процес-сами считывания и обработки информации.

Для того чтобы автоматизировать про-цесс сканирования, необходимо обращать внимание на наличие пакетного режима ра-боты устройства, на возможность разбивать процесс оцифровывания оригиналов на эта-пы подготовки, обработки изображений на других графических станциях и этап оконча-тельного сканирования на рабочей станции сканирования. Увеличить производи-тельность системы можно также путем примене-ния сменных устройств для монтирования оригиналов. Для барабанных сканеров — это сменные барабаны и станция для мон-тирования оригиналов, а для планшетных сканеров — специальные маски и устрой-ства крепления прозрачных и непрозрачных оригиналов и устройства автоматической подачи оригиналов (автоподатчик).

Использование дополнительного про-граммного обеспечения, которое способно автоматизировать работу по анализу типа оригиналов, их динамических диапазонов, выполнять увеличение контраста перехода на границах областей, осуществлять в ходе сканирования преобразование из одной цве-товой модели в другую, осуществлять нерез-кое маскирование и выполнять дерастриро-вание, способствует увеличению скорости обработки и оцифровки изображений. Вы-бирая устройство для сканирования, необхо-димо обратить внимание на количественный состав светочувствительных приемников.

Так, для планшетных сканеров наличие ПЗС-линейки для каждого канала цвета поз-волит осуществлять процесс сканирования за один проход. Присутствие одного свето-чувствительного приемника значительно увеличивает время сканирования, так как процесс будет выполняться последователь-но в три прохода. Присутствие в барабан-ных сканерах четвертого ФЭУ позволяет уже в ходе сканирования производить увеличе-ние качества изображения за счет нерезко-го маскирования, балансировки цвета (UCR, Under Color Removal, GCR, Grey Component

Replacement) и преобразования цветового пространства RGB (Red, Green, Blue — красный, зеленый, синий) в CIEL *a*b* или в CMYK (для этого используют истинные значения глубины цвета — аналоговые данные).

Скорость обработки и ввода информации в полиграфии сильно зависит от профессиональной подготовки персонала, сервисного обслуживания устройств ввода, правильной организации труда и отдыха персонала.

Пакетная обработка — это сканирование нескольких оригиналов одновременно с сохранением каждого изображения в отдельном файле. Программа пакетной обработки позволяет без участия оператора выполнить сканирование определенного числа оригиналов, обеспечивая автоматическое переключение режимов сканирования и сохранение отсканированных файлов.

Диапазон масштабирования — это интервал величин изменения масштаба оригинала, который может быть выполнен во время сканирования. Он связан с разрешающей способностью сканера: чем выше значение максимального оптического разрешения, тем больше коэффициент увеличения исходного изображения без потери качества.

Траектория сканирования — это след, по которому при сканировании проводится считывание значений оптического параметра изображения. Она может быть трех видов:

- пошаговая развертка;
- винтовая развертка;
- в «старт-стопном» режиме.

Во время использования пошаговой развертки головка сканирующего устройства перемещается на один «шаг» после каждого оборота барабана. Сканирование по винтовой развертке наиболее быстрое, но при этом нарушается прямоугольность изображения, которая сильно заметна при больших увеличениях оригинала. В «старт-стопном»

режиме головка сканирующего устройства перемещается только на «шаг» и сканирует только в пределах площади изображения.

Апертура сканирования — это минимальное сечение сканирующего луча сканера, определяющего размер микроэлемента изображения (пикселя). Каждому разрешению сканирования в идеальном случае должна соответствовать своя апертура. На практике количество апертур сканирования ограничено 8–10 вариантами для каждого из режимов сканирования (в проходящем и отраженном свете). Если размер апертуры больше шага сканирования, то соседние микроэлементы перекрываются, что ведет к снижению резкости изображения. В случае, если шаг сканирования больше размера апертуры, между соседними пикселями образуется зазор, что приводит к потере части информации при считывании в процессе сканирования.

Область отображения (сканирования) определяет наибольший размер оригинала, оцифровываемого устройством ввода графической информации. До последнего времени для планшетных сканеров этот параметр очень зависел от оптического разрешения. С увеличением оптического разрешения область отображения пропорционально уменьшалась.

Применение XY-технологии для планшетных сканеров (аппараты высокого класса) позволило эту зависимость устранить. С барабанными сканерами таких проблем никогда не было. Сейчас, независимо от типа сканера для устройств высокого класса, эффективная область сканирования определяется только областью монтирования оригиналов.

Эти параметры позволяют ориентироваться в технических возможностях сканера и определить область его использования.



Глава 12

ЦВЕТОДЕЛЕНИЕ И СИНТЕЗ ЦВЕТА НА ОТТИСКЕ

Кажется, что цвета задают нам загадку,
загадку, которая нас побуждает —
... философствовать.

Людвиг Витгенштейн

Основные термины и определения

Цветodelение — это разделение цветного изображения оригинала с помощью светофильтров или селективных источников освещения на отдельные одноцветные равномасштабные изображения.

Разделение изображения на отдельные цвета может быть проведено художником при создании цветного оригинала (создание раскладок по цветам, как правило, для штриховых изображений).

Цветodelение может быть проведено также по специальным программам с использованием вычислительной техники на базе других параметров, например, разности температур, влажности, атмосферного давления, высоты над уровнем моря, глубины водоемов (применяется при создании географических, медицинских или геологических карт).

Например, частный случай цветodelения, применяемый в полиграфии, — это разделение цветного изображения, представленного в системе RGB или Lab на четыре изображения для каждой печатной краски, в соответствии со двухзональными красками

СМУК, которые затем накладываются друг на друга при печати, образуя многоцветное изображение на полиграфическом оттиске.

При синтезе цветного изображения на оттиске в процессе печатания с цветodelенных однокрасочных печатных форм с определенной точностью воспроизводят цветное изображение оригинала на полиграфическом оттиске.

Цветodelенное изображение — это одноцветное изображение, полученное на экране монитора издательской системы или на твердом носителе (на лавсановой пленке, фотопленке или формном материале) после разделения на отдельные цвета многоцветного изображения оригинала в процессе цветodelения.

Цветокорректирование — изменение цветового содержания изображения оригинала в соответствии с требованиями заказчика, технологического процесса и других причин или исправление фотоформ, полученных в результате цветodelения.

Цветопередача — психологически точное воспроизведение на оттиске цветов и цветовых оттенков оригинала при сравнении изображений оригинала и оттиска в одинаковых условиях освещенности.

Технологии цветоделения

Черный цвет при печати цветных изображений теоретически не нужен. Он должен получаться на оттиске автоматически при наложении трех триадных печатных красок (голубой, пурпурной и желтой). Они должны быть взяты в определенных количествах в соответствии с балансом «по серому» цвету, и при условии максимальной по норме подачи красок в процессе печатания. Однако на практике при печати на бумаге получается темно-коричневый оттенок при ничтожных нарушениях баланса «по-серому». Поэтому в триаду была введена черная краска. Черная краска также необходима в 99 случаях при печати текста.

Появление «лишнего» цвета заставило искать закономерности его проявления и оттенки, в которых он должен находиться. Людвиг Витгенштейн однажды заметил, что «кажется, что цвета задают нам загадку, загадку, которая нас побуждает — ... философствовать». При этом не только философствовать, но и генерировать новые идеи и технологии. Различия в способах четырехцветного цветоделения связаны именно со способами генерации (создания) изображения на фотоформе для черной краски.

В настоящее время существует три технологии цветоделения:

- 1) *традиционная технология цветоделения со скелетной градацией черной;*
- 2) *технология UCR (Under Color Removal);*
- 3) *технология GCR (Gray Component Replacement).*

Традиционная технология цветоделения со скелетной градацией черной. При этой технологии черный цвет наносится поверх трех триадных цветов в самых темных областях. Его главное неудобство связано с тем, что максимальный уровень краски на самых темных участках оттиска достигает до 400% — по 100% для каждого цвета. При печати это оборачивается необходимостью тщательно просушивать каждый лист бумаги или использовать противоотмарочные порошки и жидкости во избежание отмарывания или перетискивания краски на соседний бумажный лист.

Технология UCR известна в отечественной технической литературе и как *технология вычитания из-под черного*. Суть технологии состоит в замене в процессе изготовления цветоделенных фотоформ (печатных форм) трех цветных красок триады, присутствующих в одном элементе цветного оригинала, на эквивалентное количество черной краски на ее цветоделенной фотоформе (печатной форме).

При печатании цветных, особенно темных, изображений наибольшие проблемы возникают в самых темных местах изображения, поэтому резонно уменьшить количество триадных красок (СМУ) в тех местах, где будет нанесена черная краска, сократив тем самым их суммарное количество. Поэтому метод получил название в русской технической литературе «вычитание из-под черного цвета». При его использовании все тона, состоящие из равного количества триадных красок (так называемые «нейтральные», ахроматические тона), оказываются еще и очень чувствительными к балансу по серому цвету, и при печати приходится внимательно следить за его соблюдением. Поэтому технология UCR при цветоделении применяется главным образом к темным цветам, практически не влияя на остальные оттенки.

Технология GCR. Высокоскоростная многокрасочная листовая и рулонная печать обнажила проблему — отмарывание и сушку. Целесообразное и экономически выгодное решение этой проблемы при репродуцировании цветных изображений было найдено с использованием технологии GCR — минимизации цветных печатных красок и их эквивалентной замены черной краской (технология МЦК) в местах изображений, где цветовой тон создается за счет тройного наложения цветных красок.

В традиционном синтезе цвета со «скелетной черной» на оттиске все цветные оттенки, а также серые и черные тона получаются на оттиске из трех цветных красок с небольшим (до 70%) добавлением черной краски («скелетная черная»).

Синтез цветного изображения на оттиске, где каждый цвет составлен из черной

с добавлением только одной или максимум двух цветных печатных красок, принято определять в английской технической литературе термином *GCR (Gray Component Replacement)* или с использованием минимального количества всех трех красок *UCR (Under Color Removal)*. (Термин технологии МЦК — минимизация цветных красок — введен в русскую техническую литературу Н. А. Аватковой в 1986 г.)

Сущность технологии GCR основана на том, что черная компонента присутствует практически во всех оттенках цветного изображения, за исключением чистых цветов, а не только в темных нейтральных тонах. В системе GCR оттенки создаются только тремя или меньшим количеством красок, причем одна из них — всегда черная. При таком способе цветоделения максимальный уровень краски не превышает 300%. На практике полный, или максимальный, GCR-метод обычно не применяется.

К трем краскам — двум цветным и черной — все же добавляется немного четвертого цвета. Однако этого оказывается достаточно для получения высококачественного изображения. Этим приемом пользуются нечасто, как правило, — в изображениях, требующих насыщенности в темных оттенках изображения и черном цвете. Такая модификация метода (как было сказано) носит название *UCA (Under Color Addition)*. Программные средства современных компьютерных издательских систем позволяют выбрать различные варианты технологии GCR из имеющихся вариантов или создать собственную кривую генерации черного цвета.

Минимизация цветных красок, как и технология GCR, — это технология автотипного синтеза цветного изображения в процессе печатания на полиграфическом оттиске, при котором все тона, содержащие ахроматическую (серую) составляющую (от белого до черного) цвета, синтезируются черной краской с минимальным добавлением одной, двух или трех цветных триадных красок (желтой, пурпурной и голубой).

Процесс со стопроцентной заменой серой составляющей в цветных оттенках на

черную краску не осуществляется по ряду причин. Это и малая «чернота» черной краски, и сложности создания отдельных цветов с применением эквивалентной замены при разных сортах печатной бумаги, триад печатных красок, последовательности наложения красок в печати, способов печати — однокрасочный способ печати (печать «по сухому»), четырехкрасочный (печать «по сырому»), 2+2 (печать на двухкрасочных машинах).

Необходимо подчеркнуть, что технологию МЦК нельзя применять одинаково ко всем оригиналам. Основная цель ее применения — облегчение процесса печати, особенно на четырехкрасочных и пятикрасочных листовых и рулонных печатных машинах, т.е. «по-сырому», когда созданы предпосылки к отмарыванию, сильно ухудшающему качество оттисков и делающему проблематичным рациональное использование печатных машин из-за вынужденного снижения скорости печати, а отсюда и снижения производительности машины.

Практика показывает, что не для всех изображений при печати наблюдается отмарывание.

Отмарывание возникает в зависимости от многих факторов:

- от тональности и цветности самого изображения на оттиске;
- от применяемых триад красок и дополнительных добавок к ним;
- от скорости печати;
- от типа применяемой бумаги (мелованная, офсетная);
- от типа сушильного устройства.

Отмарывание может возникнуть и от ряда других факторов, не говоря уже о нарушении технологической дисциплины, режимов работы, а также состоянии печатного оборудования.

В качестве значимых основных факторов среди этого множества при нормализованном процессе печати можно выделить два:

1. тональность и цветность самого изображения оригинала;
2. тип печатной бумаги при печати «по сырому».

Печатание на мелованных бумагах «по сырому» изображения, содержащего большие области черных, оливковых и коричневых тонов, всегда сопровождается отмарыванием, если фотоформы изготовлены по традиционной технологии цветоделения, где черные, серые и зачерненные тона создаются за счет наложения трех цветных печатных красок с добавлением до 70% черной краски. Таким образом, на отдельных местах изображения на оттиске толщина красочного суммарного слоя достигает до 4 мкм. При этом сумма относительных площадей печатных элементов четырехкрасочного оттиска в темных участках достигает 350–360%, т.е. три цветные по 95% и черная до 70%. Отсюда и все беды: отмарывание, снижение скорости печати, плохой баланс «по-серому» и в конечном итоге плохое качество печатной продукции и низкая производительность печатной машины.

При внедрении технологии МЦК в начальной стадии всегда возникает вопрос о том, в какой степени следует провести уменьшение количества цветных красок на оттиске. Исходя из решаемых задач, уменьшение цветных красок на 30–60% с центром тяжести 50% оцениваться как высокое. Как уже известно, преимущества МЦК, а именно, снижение отмарывания, стабилизация колебаний по цвету серых тонов и уменьшение расхода красок, проявляются тем сильнее, чем больше уменьшение количества цветных красок в темных тонах. По исследованиям UGRA, количество цветных красок после уменьшения не должно быть меньше 25–40%, причем на мелованных бумагах следует стремиться к нижней границе, а на натуральных (немелованных) бумагах — к верхнему предельному значению. На газетной бумаге это количество не должно быть меньше 50%.

Технология МЦК имеет ряд экономических и технологических преимуществ. Ниже перечислены только некоторые из них.

Экономические преимущества технологии МЦК:

- уменьшение расхода цветных красок (до 30%);

- быстрее идет приводка и приправка, меньше отходов бумаги (быстрее устанавливается насыщенность цвета и баланс «по-серому»);
- уменьшение расходов энергии на сушку, благодаря уменьшению количества краски на оттиске.

Технологические преимущества технологии МЦК:

- так как на большинстве цветных оттисков большая часть цветных красок заменена черной, то колебания величины растискивания точек менее критичны для воспроизведения цвета;
- суммарная толщина красочных слоев не превышает 3 мкм вместо 4 при обычной технологии, и, таким образом, уменьшена вероятность отмарывания и перетискивания;
- сохранение нейтральности по цвету серых тонов, так как нейтральность создана в основном одной черной краской (стабильность баланса по серому тону);
- характерный для коричневых тонов, созданных четырьмя красками, муар уменьшается, так как коричневые оттенки создаются из двух цветных и черной красок;
- расширение цветового охвата за счет использования печатных красок с узкозональными спектральными характеристиками;
- стабильность цветового тона изображения в тираже, т. к. зачерненные цвета дают изменения только по светлоте, а когда для зачернения цвета используется третья цветная краска, в процессе печати происходит сдвиг цветового тона;
- эффект метамеризма (видимые различия при освещении оттиска различными источниками света) сводится к минимуму, так как черная краска не подвергается воздействию метамеризма;
- проблемы с приводкой красок в процессе печатания уменьшаются, так как черное преобладает и покрыва-

ет большинство контуров и областей изображений; контуры и отдельные штрихи создаются тоже только одной черной краской;

- проблема перехода («захватывания») краски в процессе многокрасочного печатания уменьшается, так как при синтезе темных тонов общее количество цветных красок сильно уменьшено;
- становится возможным использование более тонких бумаг, так как количества краски на оттиске меньше;
- контроль и управление цветом менее критичны, так как цвет обычно составлен двумя цветными красками плюс черная краска, применяемая только для затемнения оттенка полученного цвета.

Роль баланса «по-серому» в технологии МЦК

Технология МЦК известна давно и находила применение в традиционной автотипной печати при изготовлении фотоформ. Но замена цветных красок не превышает 30% при изготовлении фотоформ на фотооборудовании путем применения специально изготовленной для этой цели маски, уменьшающей количество цветных красок только в области серых тонов изображения оригинала.

Создание и широкое распространение компьютерных издательских систем создают базу для расширения и максимального использования возможностей технологии репродуцирования цветных изображений с применением технологии МЦК и способствуют решению экономических проблем и проблем качества изображения, поставленных высокоскоростной цветной листовой и рулонной типографской и офсетной печатью.

При записи цветоделенных растровых фотоформ по технологии МЦК особую роль выполняет программа баланса количества цветных красок. Три цветные краски в серых, черных и зачерненных цветных тонах уменьшаются в соответствии с балансом серых тонов. Следовательно, неправильный

баланс может привести к изменению цвета самого изображения на оттиске. Это нарушение особенно ярко проявляется при репродуцировании пейзажных и видовых сюжетов натуральной съемки (на памятных цветах), а также репродукции художественных картин (изобразительные оригиналы).

Величины относительных площадей растровых элементов баланса «по-серому» для цветоделенных растровых диапозитивов, с использованием при печатании красок европейской триады, приведены в программах по цветоделению.

Эти соотношения величин растровых элементов заложены и в трехкрасочном поле шкал, применяемых для контроля пробной и тиражной цветной триадной печати. На оттисках это поле шкалы должно быть серым. Это гарантирует правильный баланс красок при печати и соответствие цветов на оригинале и репродукции при правильной записи фотоформ.

Невыполнение требований нормализации процесса печати сводит на нет все преимущества технологии МЦК из-за нарушения цветовой структуры изображения на оттиске, что означает никуда не годное качество воспроизведения цветных изображений. При освоении технологии МЦК стимулами являются качество репродукции, облегчение процесса печати, повышение производительности и освоение нового. Хотя при применении технологии МЦК все ее достоинства проявляются в печати, для операторов стимул освоения нового является доминирующим.

Методика освоения технологии МЦК

Для правильного освоения технологии МЦК необходимо начинать запись цветоделенных растровых фотоформ с записи черно-белого полутонового оригинала. Программирование проводят, как и при записи цветных изображений. После градационной настройки проводят вместо цветной коррекции проверку баланса по серому в светах, полутонах, тенях и глубоких тенях. Проводят

запись фотоформ четырех красок (желтой, пурпурной, голубой и черной) для традиционной технологии печати и по технологии МЦК с разным процентом вычитания. Вместе с изображением оригинала записывают и серую полутоновую шкалу. После записи фотоформ следует провести на монтажном столе анализ комплектов фотоформ, записанных в разных технологиях.

Печать пробных оттисков или изготовление цветопробы должны быть проведены, как и для тиражных работ. Контроль и оценка качества пробной печати (цветопробы) проводят по шкалам контроля. Контроль по изображению в данном эксперименте должен быть исключен, что особенно важно методически.

Полученные пробные оттиски (цветопробу) анализируют все участники, исполнители и руководители производства, осваивающие технологию МЦК.

Анализ и оценку пробных оттисков проводят на базе сопоставления изображений оригинала и репродукции с анализом и растровых фотоформ.

Определение и введение параметров МЦК при изготовлении цветоделенных фотоформ и есть сущность программирования технологии МЦК. Параметры МЦК следующие.

А. Уровень вычитания

Это то количество голубой краски на диапозитиве, выраженное в процентах от носительной площади растровых элементов, с которого начинается уменьшение трех цветных красок. Этот уровень может находиться в интервале 5-95%. Нижний предел — это полное вычитание цветных красок, т.е. МЦК равно 100%, а верхний предел 95% — это традиционная технология записи фотоформ со скелетной черной без применения МЦК. Практика показала, как было отмечено ранее, что МЦК ниже 15-25% по цветным краскам нерациональна, так как наблюдается появление ложных контуров, изображение становится плоским, мозаичным, резким, снижаются его контраст и сочность. Присутствие некоторого минимального количества трех цветных красок на

темных участках изображения, где теоретически может печататься только черная краска, придает изображению сочность, глянец, мягкость, бархатность черного цвета. Необходимо подчеркнуть, что чем ниже уровень вычитания (употребляют также термины «точка перегиба», «точка захода»), тем более непредсказуемым становится тон цвета в участках изображения, где цвет создается за счет черной краски с добавлением трех цветных красок, даже при вычитании цветных только из-под черного.

В. Цветность, где проводят

уменьшение цветных красок

Это цветовой тон тех областей изображения, где при применении МЦК цвет создается за счет черной краски с добавлением определенных минимальных количеств трех цветных красок.

С. Компенсация трех цветных

красок черной

Это то количество черной краски, которое должно заменить уменьшенное количество трех цветных красок без нарушения цветового тона и контраста изображения. Это количество черной краски приблизительно равно голубой для полутонов и теней, т.е. при замене, когда голубая краска более чем на 50% остается. Когда вычитание более сильное и остается голубой меньше, чем 50%, заменяемое количество черной составляет 75% и менее процентов от уменьшенного количества голубой, и тем меньше, чем меньше голубой остается после вычитания.

Следовательно, эквивалентное количество черной краски, заменяемое три цветных без потери контраста и цвета, различно на разных градационных уровнях, что определяет и градационную характеристику диапозитива черной краски и ее начало. Градационная характеристика диапозитива черной краски зависит также от интенсивности применяемой черной краски, качества бумаги и последовательности наложения красок и места черной в этой последовательности при печати «по-сухому», «по-сырому» или «2+2». Эквивалентное количество черной краски при при-

менении технологии МЦК эффективно и оперативно можно определить по шкалам цветового охвата, напечатанным с использованием черной.

Д. Максимальное количество голубой краски в области максимальной оптической плотности, то есть в области «черное» оригинала.

Это то количество голубой краски, выраженное в процентах относительно площади растровых элементов на цветоделенном диапозитиве, которое остается после уменьшения количества цветных в зоне «черное» на изображении оригинала.

Е. Градационная характеристика черной краски

В технологии МЦК черная краска выполняет ведущую роль. И если в традиционной технологии четырехкрасочной печати она абрисная, «скелетная», контурная, то в МЦК она «длинная». В структуре изображения, созданного традиционной технологией четырехкрасочной печати, черная краска не создает изображения. Она только подчеркивает мелкие детали, увеличивает контраст, создает «удары». При МЦК черная краска создает структуру изображения, а цветные краски лишь его раскрашивают, создают цветные фоновые участки. Градационная характеристика черной краски определяется формой кривой, величинами минимальной и максимальной относительной площади растровых элементов на диапозитиве, в зависимости от участков, где эти величины создаются на изображении оригинала.

Принципиально они определяются следующим образом: форма кривой зависит от сюжета записываемого оригинала и от требований, предъявляемых к оттиску. Максимальная величина растровых элементов равна 75-100% в области изображения оригинала, где должно произойти максимальное уменьшение трех цветных красок; минимальная величина растровых элементов равна 3-5% в области серых участков изображения оригинала, где начинается уровень уменьшения цветных красок, в «точке перегиба». В противном случае, если черная введена раньше, изображение зачерняется, если позже, то на

изображении возникают ложные контуры из-за нарушения его структуры, так как до уровня вычитания структура изображения создается за счет трех цветных красок, а далее за счет черной краски. Цветные краски выполняют относительно структуры изображения только вспомогательную роль.

Если программирование градационной характеристики черной краски затруднено на изображении оригинала, его проводят по серой шкале, предварительно «привязав» изображение к шкале определением «белое» и «черное» оригинала на шкале. На практике начало черной краски (2-3%) выставляют на участке изображения, имеющем насыщенный чистый голубой цвет.

Предтечи шестикрасочного синтеза цветных изображений на оттиске

Сравнение многоцветных оттисков, напечатанных на однокрасочных и четырехкрасочных машинах, показало, что изменение насыщенности и цветового тона изображения на репродукции происходит только на участках, имеющих площадь печатных элементов не более 85%. Следовательно, максимальное количество отдельных печатных красок, стабильно закрепляющихся на наиболее насыщенных участках, разное. Для четырехкрасочной рулонной печати может составлять 75%, на наиболее темных — до 300% печатных красок по сравнению с 400% для печатных красок при однокрасочной печати многоцветных оттисков («по сухому») на листовых печатных машинах. Этот недостаток пытались устранить увеличением числа краскопрогонов. Советский ученый Медовщиков А.И. * предложил, с целью повышения насыщенности репродукции цветного изображения и расширения цветового охвата, синтез цветного изображения на оттисках с увеличением печатных красок и краскопрогонов за счет дублирования основных двухзональных печатных красок триады. На-

* А.И. Медовщиков и др. Цветная фотомеханическая репродукция. М., Гизлегпром, 1941.

ибо более целесообразно оказалось применение разносветлых и разнонасыщенных печатных красок с различием в цветовом тоне. Опытные данные показали, что дублирование желтой краски не дает значительного эффекта. Шестикрасочный синтез цветного изображения в офсетном способе печати получил широкое распространение в 40-50-х годах и по сравнению с четырехкрасочным не только расширил цветовой охват и повысил насыщенность оттиска, но и создал возможность более легкого регулирования градации воспроизводимого цветного изображения на оттиске, а также стабилизировал процесс печати.

Новые технологии цветоделения и печати

Хотя многие проблемы в жизни и работе являются по своей сути проблемами информационными, почти никто не обращается с информацией так, как она того заслуживает.

В связи с обострившейся конкуренцией на рынке полиграфии особый интерес у полиграфистов вызывает сектор малых и средних тиражей полноцветной рекламной продукции высшего качества (цветные листовки и каталоги продукции, этикетки, упаковки) с нанесением дополнительных красок и лакированием. Это именно тот сектор, в котором можно получить наибольшие доходы с единицы продукции. И выигранным отличием от конкурентов может стать использование новых технологий и многокрасочных печатных машин.

К новым технологиям цветоделения и печати можно отнести *Hi-Fi Color*, *CMYK + Pantone*, *CMYK + Pantone + лак* и *стохастическое растривание при цветоделении*.

Hi-Fi Color (гексахром, CMYK + RG, полицвет)

Для расширения цветового охвата воспроизведения цвета на оттиске была разработана новая технология цветоделения и печати многокрасочных изображений с использованием одной, двух и более дополнительных красок к системе триадных красок

CMYK. Как правило, в этой технологии используют одну, две или все три краски аддитивной системы RGB, хотя можно использовать и другие краски, например, оранжевую или фиолетовую. Количество и цветовой тон дополнительных красок определяется доминирующим цветовым содержанием воспроизводимого оригинала.

Hi-Fi Color — способ печати, при котором помимо стандартных триадных красок CMYK используются дополнительные краски для придания на оттиске максимальной насыщенности отдельных доминирующих цветов или оттенков изображения.

Кроме того, цветоделение и печать по технологии *Hi-Fi Color* могут быть выполнены нестандартными произвольно заданными красками и лаками к трем цветным триадным краскам CMY (выбор зависит только от цели) для усиления визуального эффекта восприятия и воздействия.

CMYK + PANTONE (смесевые и специальные краски + лак).

CMYK + PANTONE (смесевые и специальные краски, лаки) — способ печати, при котором помимо обычных красок CMYK используются дополнительные смесевые или специальные краски и лаки для придания оттиску большей красочности, а также для выделения краской отдельных участков изображения оттиска или придания им специальных свойств.

Яркие, эффектные, манящие, необычные, выделяющиеся, привлекательные — именно такими эпитетами характеризуют заказчики готовую продукцию, отпечатанную с применением технологий *Hi-Fi Color* и *CMYK+Pantone*.

Реализация технологий Hi-Fi Color и CMYK + PANTONE

Для реализации технологий *Hi-Fi Color* и *CMYK + PANTONE* необходима печатная машина с количеством печатных секций, соответствующим количеству красок печати, т.е. необходимы пяти — или шестикрасочные машины для полного запечатывания многокрасочного оттиска в один прогон листа в машине. Почему говорим только о листовых

машинах? Ответ очевиден: тиражи заказов небольшие, требования к качеству высокие, и выполнение заказа должно быть оперативным и рентабельным.

Это обеспечат только листовые многокрасочные машины малого и среднего форматов.

Организация печати с Hi-Fi Color и CMYK + PANTONE возможна и на машинах с меньшим количеством печатных секций (1, 2 или 4 печатные секции), но это сопряжено с ухудшением качества печати и рядом сложностей из-за печати оттисков за два и более прогона. То есть необходимы дополнительные площади для оттисков, промежуточная сушка, требующая дополнительного времени, кроме того реальный визуальный и инструментальный контроль синтеза цвета на оттиске можно проводить только после нанесения последней краски, так как промежуточный контроль происходит, когда свежая краска наносится в бинарах и тройных наложениях краски на уже полувysохшую краску предыдущего прогона.

Однако при печати Hi-Fi Color на 1-2-4-красочных машинах сильно увеличивает время для промежуточной сушки), а также нет возможности оперативно вносить коррекцию в подачу краски.

Следует однако отметить, что практика применения технологии CMYK + PANTONE на четырехкрасочных машинах очень широко распространена. Слабая сторона такой организации печати состоит лишь в том, что она сопряжена с удлинением времени печати тиража (необходимы промежуточная сушка и дополнительные площади для оттисков после первого прогона) без заметного снижения качества печати, так как краски PANTONE и лак не участвуют в синтезе цвета на оттиске самого изображения, а только дополняют его цветовую гамму.

Современные многокрасочные технологии растривания и цветоделения создали предпосылки для создания и нормализации технологии стохастического растривания. Опасность возникновения муара на оттиске при синтезе цвета на оттиске более чем тремя красками становит-

ся реальностью. Муар — это уже низкое качество оттиска или брак. Однако муар может возникнуть и при сканировании (растрировании) растровых оттисков, используемых в последнее время очень широко в качестве оригиналов в полиграфии.

Стохастическое растрирование — технология создания полутонов изображения на оттиске за счет изменения густоты (частоты) расположения одинаковых по размеру и форме растровых элементов при создании полутонов изображения на фотоформе (печатной форме). Эта технология (более подробно о технологиях растривания см. главу 14) разработана специально для повышения качества передачи мелких деталей изображения на оттиске и снятия проблемы муара на многокрасочных оттисках и при сканировании растровых изображений.

Стохастическое растрирование позволяет воспроизводить очень тонкие линии, мелкие детали и плавные переходы полутонов, недостижимые при использовании обычного метода печати полутоновых изображений с использованием регулярных растровых структур.

Стохастическое растрирование незаменимо там, где необходима качественная печать альбомов и фирменных каталогов, например, для продажи мебели, изделий из кожи, дерева и оформления интерьера, рекламы модной одежды, где требуется воспроизведение тонких фактур материала.

Применение стохастического растривания приводит к заметному повышению качества цветных изображений на оттиске при печати на бумаге более низкого качества, по сравнению с качеством при печати на этой бумаге, с применением традиционного растривания, например, печати многокрасочных газет и упаковки.

Основная проблема для осуществления технологий Hi-Fi Color, CMYK + PANTONE и печати с использованием печатных форм со стохастическим растриванием — необходимость, чтобы были стабилизация баланса «краска-вода» на протяжении печати всего тиража и равномерное нанесение необходимого количества краски на

печатающие элементы формы. Для этого печатная машина должна иметь развитый красочный аппарат и нормализованное увлажнение (охлаждение, циркуляция и постоянство pH увлажняющего раствора) для стабилизации баланса «краска-вода».

Для осуществления технологии Hi-Fi Color также необходимы развитый Prepress и система CIP3 или CIP4, связывающая печатную машину с оборудованием экспонирования фотоформ или печатных форм для передачи данных профиля краски на печатную машину.

Черно-белое изображение в цветной репродукции

В традиционной автотипной печати со «скелетной черной» черная печатная краска выполняет вспомогательную роль и вводится с целью расширения цветового охвата не только за счет увеличения количества темных тонов, но и для создания благоприятных условий при использовании чистых цветных печатных красок — красок с узкими зонами спектрального поглощения. Чистые печатные краски обладают меньшими вредными поглощениями (имеют узкий спектр), что ведет также к расширению цветового охвата изображения на оттиске за счет синтеза его насыщенных ярких однарных и бинарных цветов.

В полиграфическом автотипном воспроизведении изображений особый смысл имеет однокрасочная репродукция, основанная на особенно отчетливом различии во всяком цвете всегда только одной его стороны, именно светлоты, яркости цвета. Это различие создается благодаря аддитивному смешению световых потоков, образуемых бумагой (подложка репродукции) и микроштрихами черной краски (если световым потоком можно назвать отсутствие светлоты — пустоту).

Однокрасочная репродукция стремится передать контрасты оригинала только по одной светлоте и в отличие от многокрасочной «цветной» репродукции могла бы называться, как предлагает Н.Д. Нюберг, «светлотной репродукцией».

Двухкрасочная репродукция (дуплекс) в большей мере относится к однокрасочной, чем к цветной репродукции, так как вторая краска — вспомогательная.

Дуплекс — способ автотипной печати (автотипия), применяемый для репродуцирования черно-белых полутоновых оригиналов двумя печатными красками, одна из которых обычно черная, а вторая — серая, палевая, голубая, коричневая и пр. Дуплекс делает печатное изображение, особенно воспроизведенное с черно-белых фотографий, выразительнее, чем обычное однокрасочное, а при использовании серой краски увеличивает интервал изображения. Дуплекс не следует смешивать с репродуцированием изображения на сплошном цветном фоне (сетке) или фоновой плашке. Коротко, дуплекс — это: а) печать двумя красками разного цвета; б) печать черной и серой красками.

Главная задача двух красок остается такой же, как и при печатании в одну краску. В дуплексе получается и дополнительный эффект, при котором изменение яркостей (светлот) на оттиске сопровождается изменением цветового тона и насыщенности. Дуплекс печатается красками, одна из которых в большей или меньшей степени поглощает свет длин волн, отражаемых другой. В этом случае цвет решает в основном градационные задачи, так как для удовлетворительного воспроизведения даже однородно окрашенного предмета должна быть передана игра светотени на его поверхности.

Игра светотени на поверхности предмета, окрашенного в цвет, совпадающий с цветом одной из красок дуплекса, более или менее укладывается в возможности двухкрасочной репродукции, которые крайне ограничены и не пригодны для синтеза цвета при полиграфическом воспроизведении цветных оригиналов на оттиске.

В полиграфии полноценный синтез цвета на оттиске при автотипном воспроизведении цветных оригиналов начинается при синтезе с применением не менее трех красок. Причем даже в тех случаях, когда общее число красок (ранее оно приближалось к 20)

значительно больше, синтез все равно остается трехцветным.

Однако здесь необходимо акцентировать внимание читателя на следующем положении: принципиальное значение имеют случаи воспроизведения оригиналов на оттиске одной и тремя красками, все остальные случаи группируются вокруг них.

В отличие от фотографического воспроизведения натуральных объектов в полиграфическом репродуцировании оригинал и оттиск представляют собой плоские однотипные изображения и рассматриваются при одинаковых или сравнимых условиях освещения. Это делает задачу цветного репродуцирования достаточно определенной. Необходимо на каждом участке оттиска получить такие количества трех красок, при которых эти участки совпадут по цвету с соответствующими участками оригинала, т.е. получить колориметрически или физиологически точную репродукцию.

Многолетняя практика и исследования показали, что можно получить репродукции, по цвету не совпадающие с оригиналом на многих или даже на всех участках изображения и вместе с тем при отсутствии оригинала воспринимающиеся потребителями как высококачественные. Н.Д. Нюберг назвал их психологически точными. Получение такой репродукции подтверждает уже установленный психологами факт, что глаз менее критичен к ошибкам в воспроизведении цвета, чем к ошибкам в градации и серых тонах.

Синтез цвета в трехкрасочной и четырехкрасочной репродукции

Основная задача синтеза цвета при автотипном воспроизведении цветных оригиналов — выбор спектральных характеристик красок при печатании оттисков. Установлено, что многие излучения, несмотря на различие в спектральном составе, зрительно воспринимаются одинаковыми по цвету. Так, визуально тождественными являются пары дополнительных монохроматических излучений, которые, взятые в определенной

пропорции, создают такое же ощущение белого цвета, как и излучение с равноэнергетичным спектром.

Цвета с различными спектральными составляющими, зрительно воспринимающиеся одинаковыми, как уже определили в начале, называют метамерными цветами. Наибольшее количество визуально тождественных излучений соответствует ахроматическим цветам средней яркости, а наименьшее — сильно насыщенным цветам. Наиболее насыщенные цвета (спектральные) вообще могут быть созданы только определенными монохроматическими излучениями. Уменьшение количества визуально тождественных излучений с возрастанием насыщенности цветов имеет большое значение в практике автотипного воспроизведения цветных оригиналов и, в частности, при выборе спектральных характеристик печатных красок.

Присутствие ярких насыщенных цветов в цветных оригиналах маловероятно, и при автотипном воспроизведении можно отказаться от синтеза на оттисках ярких насыщенных цветов в пользу менее ярких и менее насыщенных, применяя печатные краски с побочным спектральным поглощением. Выбор оптимальных спектральных характеристик печатных красок, применяемых при автотипном воспроизведении цветных оригиналов, связан главным образом с воспроизведением на оттиске малонасыщенных по цвету излучений, среди которых наиболее часто встречаются визуально тождественные.

Отсюда можно сделать вывод, что в основе цветного изображения, полученного на оттиске полиграфическим способом, лежит базовое изображение, создаваемое черной краской. В зависимости от цветности оригинала оно в большей или меньшей степени окрашено в цвета, получаемые или только благодаря использованию цветных печатных красок, или их бинариому наложению. Определив, таким образом, цветное изображение, необходимо пойти дальше и пробовать создавать в процессе печатания черное базовое изображение черной печатной краской, а цветовой оттенок — красками чистых двухзональных и однозональных цветов. На

практике это означает, что процесс печатания необходимо проводить в семь краскопрогонов чистыми двухзональными (желтая, пурпурная, голубая, CMYK) и однозональными (синяя, зеленая и красная, RGB) печатными красками. Изображение, таким образом, создается восемью цветами — черной, шестью цветными красками и белой бумагой.

Следовательно, после столь долгого экскурса в историю развития полиграфических технологий, пришли к современным вариантам МЦК, т.е. к технологии Hi-Fi Color, однако это еще не все. Самый важный вывод, который должны сделать следующий: при использовании технологии Hi-Fi Color необходимо использовать чистые и как можно более насыщенные печатные краски, насыщенную черную краску и максимальную минимизацию цветных красок за счет черной. В этом случае проблема с муаром, о которой так много говорят радетели частотного растривания, исчезает, так как любой цвет на оттиске создается одной, двумя или максимум тремя красками. В таком случае проблема с муаром, при правильном использовании углов наклона регулярных растровых структур, не имеет места, но зато имеют место все сильные стороны регулярных растровых структур. Заявление «без частотного растривания невозможен Hi-Fi-color» становится пустой фразой агрессивных «революционеров-многознаек».

И последнее: выходит, что цветное изображение на оттиске в идеале — это черное изображение с локальными цветными оттенками и присутствием чистых цветов на ничтожно малых участках изображения. Для большей ясности приведу пример: для того, чтобы увидеть цветное изображение, достаточно у человека покрасить губы и глаза, у аиста — клюв и ноги, а у попугая — перья.

Внедрение на предприятиях технологии Hi-Fi Color для воспроизведения цветных оригиналов с применением способа МЦК с шестикрасочных листовых офсетных печатных машин с цифровым управлением — это самая перспективная и экономически выгодная технология, ведущая к повышению качества печатной продукции, к снижению ее себестоимости благодаря нормализации

процесса печати, к экономии цветных красок и повышению производительности печатного оборудования.

Печать черно-белых изображений триадными красками (CMYK)

Существует прием, который способствует увеличению светлотного (яркостного) контраста однокрасочного (черно-белого) изображения на оттиске. Этот прием противоположной технологии дуплекс, когда однокрасочное изображение оригинала печатают на оттиске двумя красками, одна из которых черная, а вторая сильно зачерненная цветная. По определению: дуплекс это способ автотипной печати (автотипия), применяемый для репродуцирования черно-белых полутоновых оригиналов двумя печатными красками, одна из которых обычно черная, а вторая — серая, палевая, голубая, коричневая и пр. Дуплекс делает печатное изображение, особенно воспроизведенное с черно-белых фотографий, выразительнее, чем обычное однокрасочное, а при использовании серой краски увеличивается интервал изображения. Дуплекс не следует смешивать с репродуцированием изображения на сплошном цветном фоне (сетке) или фоновой плашке. Коротко, дуплекс — это: а) печать двумя красками разного цвета; б) печать черной и серой красками.

Прием, о котором пойдет далее речь, абсолютно нелогичен, но для достижения цели он вполне приемлем и логически оправдан. А суть его такова: черно-белое изображение оригинала на оттиске печатают триадными красками (CMYK) со строгим соблюдением баланса «по серому». Тона черного (серого) получаются на оттиске мягкими с широтой градации, которую можно получить только при печати способом глубокой печати. Однако речь идет о применении способа офсетной печати.

Если в журналах и газетах соседствуют цветные и черно-белые изображения, то печать серых полутоновых изображений в четырехцветном режиме имеет как эстетический, так и практический смысл; «четы-

рехцветные» серые тона выглядят богаче и обеспечивают больший контраст по сравнению с просто серыми, напечатанными с использованием одной лишь черной краски.

Основной риск при печати черно-белых изображений в режиме СМΥК — появление нежелательного сдвига цвета из-за превратностей печатного процесса, т.е. нарушение «баланса по серому». Однако можно облегчить процесс печати, применяя технологию МЦК с максимальным вычитанием цветных красок. Просто настройте параметры цветоделения на высокий уровень генерации черного, а не на низкий, как при преобразовании большинства изображений в модель СМΥК для печати в цвете. Наличие перевеса черного поможет сохранить нейтральность серых тонов вашего черно-белого изображения при печати.

Четырехцветные мультитоновые изображения, которые воспринимаются как черно-белые на оттиске, могут служить прекрасным тестом при оценке и нормализации процесса подготовки и печати цветных изображений оригинала способом офсетной печати. Однако в этом случае лучше использовать хорошее черно-белое изображение, изготовленное на цветной фотобумаге или цветной фотопленке.

Суть изготовления цветоделенных форм, контроля процесса репродукции и оценки стабильности печатного процесса можно охарактеризовать следующими замечаниями.

С черно-белым изображением оригинала работают, как с цветным изображением при проведении цветоделения, градационных и цветовых коррекций с целью максимальной отработки деталей в светах, полтонах и в тенях изображения. Единственная разница при цветовой коррекции — на экране должно быть не цветное, а черно-белое изображение при совмещении цветоделенных изображений по четырем каналам в системе СМΥК. Здесь решающий фактор — соблюдение баланса «по-серому».

Растривание, изготовление фотоформ и печатных фотоформ проводят, выполняя все требования, как при проведении соот-

ветствующих операций, когда имеем дело с цветными оригиналами. Печать проводят четырьмя красками СМΥК с соблюдением норм печати и требований многокрасочного печатного процесса.

Печать одноцветного изображения СМΥК-красками является своеобразным тестом контроля и оценки нормализации процесса цветоделения и печати.

Что должны получить в итоге и почему этот тест является оптимальным для офсетного процесса репродукции цветных оригиналов?

1. Несоблюдение баланса «по-серому» при изготовлении цветоделенных форм и норм подачи красок при печати оттисков приведет к получению на оттиске изображение с цветовым оттенком, например, коричневым, оливковым или зеленоватым.

2. Несоблюдение баланса «краска-увлажняющий раствор» приведет к нарушению градаций в светах изображения на оттиске.

3. Несоблюдение норм общей подачи краски при печати приведет к блеклости самого изображения в целом или к «забиванию» теней на оттиске.

4. Несоблюдение норм растискивания при изготовлении цветоделенных форм приведет к появлению цветового оттенка у изображения на оттиске, как при п. 1.

5. Несоблюдение норм растискивания при печати приведет к дефектам, как в пп. 1 и 4.

6. Превышение норм на скольжение и двоение приведет к таким же дефектам, как и в пп. 1, 4 и 5.

Изготовление цветоделенных форм с черно-белого изображения оригинала и проведение градационной и цветовой коррекции в данном случае, намного сложнее, чем при работе с цветными изображениями. Цветовой контраст более легко воспроизводим на оттиске, чем светлотный (яркостной).

Предложенный тест выявляет все недостатки в используемых программах и нормах при изготовлении цветоделенных форм и классификацию исполнителей, а на оттиске в цвете видны все промахи печатника, нестабильность процесса печати и несоблюдение норм печати.



Глава 13

МОНИТОРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Если ищут гармонии в жизни,
то никогда не надо забывать,
что в игре жизни мы одновременно
и зрители, и участники.

Нильс Бор

Актуальность темы

Цветное изображение, создаваемое источниками цветного излучения на мониторах компьютерных издательских систем, используемых в полиграфии, по фундаментальным признакам отличается от цветного изображения, которое получается на оттиске при многокрасочной печати.

Мониторы синтезируют цвет на базе модели цветового пространства RGB, а на оттиске цвет синтезируется печатными красками на базе модели цветового пространства CMYK, иногда с использованием дополнительных печатных красок других цветов.

Основной проблемой сегодня в дорецептивных цифровых технологиях является несоответствие цветов и оттенков в изображении на экране монитора компьютера и на печатном оттиске. Причиной этого являются не только различия природы пигментов цвета, но и условия восприятия. Причина глубже, и она фундаментальна. Синтез цвета на мониторе и на оттиске разный: на мониторе — аддитивный, на оттиске — субтрактивный в глубокой печати и автотипный (смешанный аддитивно-субтрактивный) в

высокой, плоской и шелкотрафаретной печати. Эту проблему пытаются решить и «на бумаге»; в разных изданиях время от времени появляются сообщения и даже утверждения, что эта проблема решена при использовании калибровки и профилей. Но это всего лишь заблуждение этих авторов или прямой обман. Проблема фундаментальная, и она может быть решена принципиально только при создании мониторов (экранов), работающих в отраженном свете. Сегодня все мониторы работают с источниками излучений синего, зеленого и красного света, используя аддитивный синтез цвета.

Аддитивный синтез (суммирование световых потоков излучения) есть аддитивный синтез, а субтрактивный синтез (вычитание отраженных световых потоков с поглощением части потока) есть субтрактивный синтез, и они никогда не сойдутся.

Эта проблема остро возникла с внедрением компьютерных систем в полиграфические системы. Решение ее лежит не в области калибровки систем, а в создании принципиально новых мониторов, работающих и синтезирующих цвет в отраженном свете, как на оттиске. И в научной литерату-

ре уже есть публикации в этом направлении. Многие читатели могут подумать, что полиграфии скоро не будет. Тогда о каких мониторах мы говорим. Авторы считают, что эти «революционеры» ошибаются. Решение этой проблемы не за горами, и мы станем ее свидетелями.

Мониторы, работающие в отраженном свете, решают и множество компьютерных проблем, таких, как мерцание экрана, изменение цвета в зависимости от угла восприятия, потребление энергии, жесткость экрана и прочие.

Предстояние идей и технологий

Появляющиеся в мире новые идеи, технологии и технические средства вызывают у нас обычно самые противоречивые чувства. Первоначальное удивление и восторг постепенно переходят в недоумение и, наконец, часто сменяются полным их неприятием. Но проходит какое-то время, мы привыкаем к новшеству, и психологическое напряжение снижается. В результате вновь созданная «искусственная» среда внедряется в нашу жизнь, а опыт, приобретенный от этих взаимопроникающих процессов, используется в дальнейшем при генерации новых идей, технологий и материалов.

Все эти процессы имеют бесконечный и непрерывный характер, что заставляет смотреть на проблемы «вживания» всего «нового» и «другого» в окружающий нас мир более спокойно и философски. Правда, в последнее время смена «старого» и «нового» в технике, научной среде и технологиях проходит все интенсивнее. При этом современная ситуация усугубляется даже не столько техническими проблемами, сколько экономическими законами и затовариванием рынка старым интеллектуальным ломом.

Этот «лом» еще можно применять, но на рынок постоянно пытаются пробиться новые «безумные» предложения. Все сложнее становится сделать правильный выбор из всего этого информационного, технического, технологического и материального мно-

гообразия. Неопределенность ситуации заставляет потребителя «тормозить» процесс и критически воспринимать все новое.

Интеллектуальные циклы от идеи до технического и технологического воплощения все стремительнее сокращаются. Не дав привыкнуть к одному новшеству, нам уже предлагают другое, еще более современное, экологически чистое, производительное и, как правило, более интеллектуальное, а значит, более сложное в техническом плане.

Такие же процессы проходили в полиграфии в последние десятилетия прошлого века. Сначала плоская печать (офсет, автотипия) вытесняла высокую и глубокую. Затем споры и противоречия возникали при цветоделинии и растривании, когда аналоговые технологии заменялись цифровыми. Цифровые технологии входили в полиграфию стремительно, но не без трудностей. Сегодня вряд ли кому-либо из технологов захочется вернуться к репродукционным цветоделительными фотоаппаратам и контактными растрами. А между тем визуальная среда продолжает развиваться и совершенствоваться как в окружающем мире, так и в полиграфии.

Визуальная среда

Специалисты говорят, что через зрение человек получает от 70 до 85 процентов всей информации, которая интерпретируется мозгом и нервной системой в соответствии с его представлениями о внешнем мире и окружающей среде. Однако Франсис Понж утверждал, что «свет, ясное дело, слеп — что-то вроде слепого циклопа — и ему необходим поводыр». Возможно поэтому Норберт Винер, рассматривая связь «информация-человек», оценивал ее как некий процесс погружения человека в окружающий мир. Зрительные анализаторы (глаз-мозг) всегда представляли интерес для исследователей. Весь поток информации, поступающей к человеку через органы зрения и зрительный анализатор, формировал среду, которая называется визуальной (visualis — зрительный).

До последнего времени визуальная среда формировалась различными видами ис-

кусства — от изобразительного, полиграфического (книгопечатание и реклама) и фотографического до кинематографа и телевидения. Развитие современного видео и DVD, цифровых камер, а также компьютерных и виртуальных технологий вместе с техническими средствами отображения (дисплеями и/или мониторами) позволило значительно расширить ее границы. Дисплеи как средства отображения информации становятся неотъемлемой частью современной визуальной среды, в том числе и полиграфической. Человек уже не мыслит своего существования без телевизора, бытовых дисплеев калькуляторов, часов, компьютеров и виртуальных игр. Но при этом дисплеи не просто проникли во все сферы окружающей нас среды — они сами эту среду формируют, становясь частью нашего интерьера, быта и производства.

Благодаря успехам, достигнутым в освоении новых технологий, полиграфисты стали активно использовать дисплеи для управления процессами репродуцирования как в допечатной, так и в печатной стадиях производства. Исследования в области зрительных анализаторов способствовали совершенствованию цветовых моделей и методов цветового согласования, а также развитию программного обеспечения компьютеров, управляющих процессами ввода — отображения — вывода. Стремясь сократить звенья технологической цепочки репродуцирования (а значит, уменьшить вероятность искажений), технологи пытаются приспособить дисплеи в качестве устройств экранной «цветопробы». Желание увидеть, каким будет оттиск до печати, стимулирует работу по совершенствованию устройств отображения, и поэтому качество профессиональных дисплеев постоянно улучшается. Хотя вряд ли эта проблема будет решена в том классическом понимании, которое вкладывается в понятие цветопробы как средства имитации печатного процесса с учетом запечатываемого материала и определенной последовательности наложения красочных слоев при автотипном способе цветовоспроизведения.

Классификация дисплеев

Выступления главы Apple Стива Джобса всегда заслуживают внимания. Его нестандартное мышление и «объектное видение» реальности помогает и в «нескладном» рассмотреть перспективное и рациональное. Когда в 2001-2002 годах все профессионалы критиковали жидкокристаллические (ЖК, или LCD — Liquid Crystal Display) мониторы, он, выступая в Сан-Франциско, сделал сенсационное заявление, провозгласив официальный день смерти электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) — 7 января 2002 года. И заявление это было сделано не только потому, что Apple больше не производит дисплеи с ЭЛТ, а потому, что изменились информационные отношения визуальной и виртуальной сред. Он почувствовал это изменение как в тенденциях, так и в приоритетах в мире дисплеев, и только на этом было основано столь безапелляционное утверждение. Приступая к составлению классификации, авторы настоящей публикации знали об этом заявлении, и когда работа близилась к завершению, еще раз подивились его прозорливости. Даже беглый взгляд на приведенную здесь классификацию дисплеев убеждает в правоте Стива Джобса.

Теперь экраны как основное средство отображения визуальной информации являются неотъемлемым атрибутом современного человека. Став частью визуальной среды, дисплеи в определенном смысле ее же и формируют. Поэтому авторы предприняли попытку классифицировать их и представили эту классификацию в графической форме, наиболее наглядной с визуальной точки зрения.

Согласно методу великого Гёте, рассмотрение схемы постепенно перейдет в размышление, которое через связывание приведет к теоретизированию и абстракции. В результате этих процессов можно понять те изменения, которые сейчас происходят в мире дисплеев.

Этот мир эволюционирует в сторону цифровых технологий, оставляя все меньше места аналоговым. В переходный период возможны симбиозы аналоговых и цифровых технологий (например, цифровые дисплеи

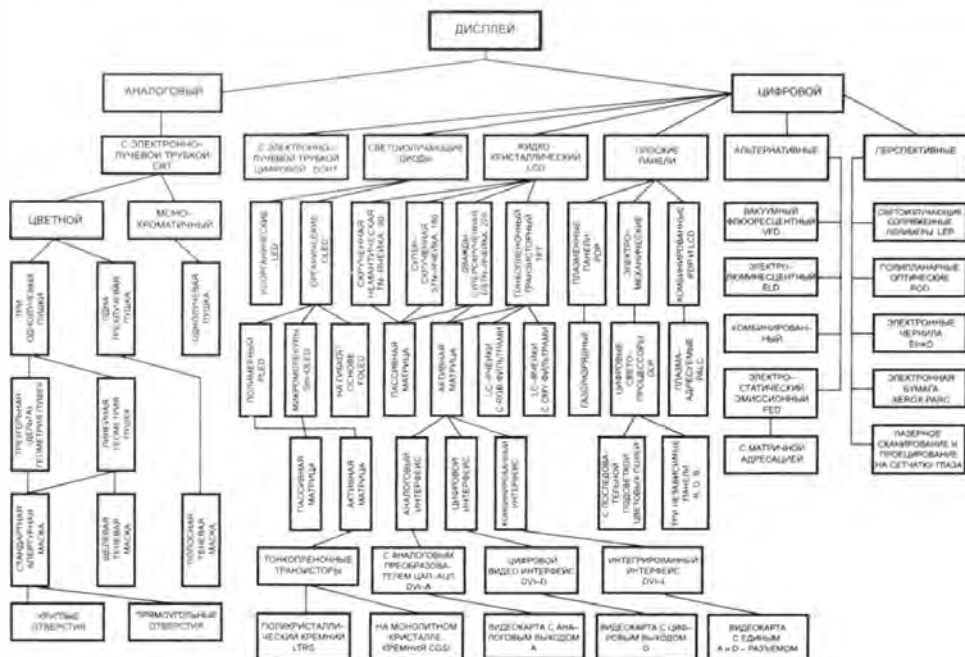


Рис. 80. Классификация дисплеев

с ЭЛТ), но это временное явление, которое только подстегивает развитие перспективных и альтернативных цифровых устройств. Многие технологии — ЭЛТ, LCD, PDP (Plasma Display Panel), DLP (Digital Light Processing) — уже стали массовыми. В результате жесткой конкуренции каждая из них заняла свою нишу на рынке. Все они (кроме ЭЛТ) являются цифровыми, а между тем на подходе еще несколько перспективных разработок (OLED — Organic Light-Emitting Diode, LEP — Light Emitting Plastics и др.), которые решают технические и технологические проблемы и устраняют недостатки дисплеев нынешнего поколения. Выполненные по разным технологиям и методикам, они обладают целым рядом достойных технических параметров, таких, как яркость, контрастность, угол обзора, время отклика, управление цветовой температурой, точкой белого. И хотя по цветовому охвату, точности передачи цвета, контролю цветопередачи и управлению процессом они немного уступают традиционным дисплеям с ЭЛТ, со временем этот разрыв наверняка будет устранен.

Конкуренция технологий

Развитие дисплеев до последнего времени шло по пути совершенствования устройств с электронно-лучевой трубкой, то есть по аналоговому пути. Этот принцип отображения был предложен и реализован нашим соотечественником В. К. Зворыкиным (1889 – 1982 гг.), когда он работал в компании Westinghouse в конце 20-х — начале 30-х годов прошлого века. Свой окончательный вид монитор с ЭЛТ приобрел в 50-х годах. Сегодня же использование новых материалов и цифровых технологий при разработке перспективных средств отображения информации способствовало появлению новых дисплеев, обладающих целым рядом интересных и очень привлекательных свойств.

В последние годы разнообразие нестандартных технических решений, принципов и идей привело к настоящему буму новых технологий в мире дисплеев. Количество направлений их развития после десятилетий идейного зстоя ЭЛТ поражает многообразием — от органических светоизлучающих

диодных дисплеев до электронной бумаги, электронных чернил (EInkD) и методов лазерного считывания и проецирования информации на сетчатку глаза.

На сегодняшний день успешную конкуренцию ЭЛТ-дисплеям составляют жидкокристаллические мониторы на активной матрице, выполненные по технологии тонкопленочных транзисторов, а также плоские панели — плазменные (PDP), электромеханические (DLP) и комбинированные, то есть использующие и PDP, и LCD. Рассмотрим более подробно особенности каждой технологии, ибо только в сравнении можно понять достоинства и недостатки любого продукта.

Дисплеи с ЭЛТ

Принцип работы электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) был предложен немецким физиком К. Брауном в 1897 году, а исследования термозлектронной эмиссии, проведенные Нобелевским лауреатом англичанином Ричардсоном, способствовали ее совершенствованию и развитию. Браун предложил использовать магнитное поле для управления движением электронов, создав, таким образом, ЭЛТ с управляемой электронной разверткой.

Первый патент на приемник с ЭЛТ получили немцы Дикман и Глейс в 1906 году, а российский ученый Б.Л. Розинг в 1907-м запатентовал способ использования трубки Брауна в России, Англии и Германии. Воспроизведение простых геометрических фигур и изображений на экране ЭЛТ Розинг продемонстрировал в лабораторных условиях в 1911 году. В середине 20-х после серии экспериментов по обработке информации в механических системах (работы Д. Байарда) исследователи пришли к выводу, что вопрос с разверткой (вначале она была механической) необходимо решать другими средствами.

Независимо от Байарда Дженкинс провел ряд экспериментов с использованием механической развертки, которые показали ее ограниченные возможности при передаче объемов информации, необходимых для получения качественного изображения. Тогда-то они и направили взоры в сторону при-

нципа Брауна и его идеи электронной развертки. Воплотить эти идеи в жизнь удалось лишь в конце 20-х годов прошлого столетия. «Отцом» ЭЛТ по праву считается ученик Розинга — Зворыкин. Его кинескоп имел как отклоняющую, так и фокусирующую системы для электронного луча. Изобретение Зворыкина открыло эру бурного развития телевидения. Незадолго до войны Британская вещательная компания (BBC) построила в Европе целую телевизионную сеть.

Далее развитие дисплеев шло по пути технического совершенствования, но без кардинального изменения принципа работы. Дисплеи с ЭЛТ стали повсеместно применяться как в телевидении, так и в компьютерных и информационных технологиях.

Современный дисплей с ЭЛТ состоит из герметичной стеклянной колбы с вакуумом внутри, экрана с люминофорным слоем, электронной пушки, отклоняющей системы, теневой маски, а также электронных блоков и узлов управления (рис. 81). В цилиндрической части трубки находятся катод и сетки высокого напряжения для ускорения электронов. На катод нанесен специальный материал (например, барий — чистый или с добавками вольфрама), который при нагревании испускает электроны. У основания расширяющейся части колбы располагаются управляющие и отклоняющие катушки, служащие для управления движением электронов с помощью магнитного поля. Для фокусирования электронов используются анодные пластины определенной формы, которые регулируют интенсивность луча путем изменения напряжения на электродах анодной сетки. Электроны ус-

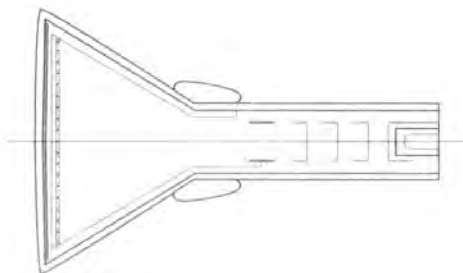


Рис. 81. Дисплей с ЭЛТ

коряются в цилиндрической части трубки и направляются отклоняющей системой в определенное место экрана. К его внутренней стороне прикреплен анодный проводник с нанесенным на него слоем люминофоров — частиц порошкообразного материала, которые после попадания на них электронного луча испускают свет определенной длины волны. Электроны, ударяясь об экран с люминофорами, вызывают свечение, что связано с преобразованием их кинетической энергии в световую. Интенсивность излучения зависит от этого преобразования и определяется напряжением, которое подается на сетки, служащие для ускорения электронов. Как правило, один пиксель изображения определяют три разновидности люминофоров (красный, зеленый, синий).

Таким образом, для цветного дисплея необходимы три электронные пушки или одна трехлучевая пушка и три вида люминофоров, обеспечивающих в рамках трехкомпонентной теории цвета цветовоспроизведение трех первичных цветов модели RGB. Таким образом, монитор с ЭЛТ представляет собой светоизлучающую систему. В современных ЭЛТ-дисплеях используются люминофоры с редкоземельными добавками или неорганическими пигментами, позволяющими улучшить их свойства и увеличить время жизни. Но, к сожалению, старения люминофоров все равно не избежать. Так, после 15–20 тыс. часов непрерывной работы световая отдача красного люминофора падает на 95, зеленого — на 85, а синего — на 70%. Кроме того, люминофоры даже одного изготовителя и одной партии могут различаться по цветовым свойствам и спектру излучения.

Поэтому Европейский радиовещательный союз (European Broadcasting Union — EBU) разработал специальный стандарт, определяющий допустимые отклонения цветности для каждого люминофора (R, G, B).

Нестабильность свойств излучающих элементов заставляет пользователей критически относиться к цветовым характеристикам экранов с ЭЛТ и для стабилизации цвета при отображении периодически калибровать их.

Тем не менее, сегодня именно устройства данного типа считаются наиболее подходящими для тех областей, где требуется высокая точность воспроизведения цвета.

Дальнейшее совершенствование ЭЛТ-дисплеев (цилиндрическая форма экрана кинескопа, трехлучевая электронная пушка линейной или треугольной формы, теневая маска с различными апертурными решениями, управляемая развертка, высокое разрешение и частота) привело к тому, что в конце 90-х годов прошлого века они стали стандартом для средств отображения в полиграфии, в частности, в дорецептурных технологиях. Их несомненными достоинствами является способность поддерживать реалистичность и «чистоту» цвета (точность отображения), относительное постоянство параметров по яркости (от 100–150 до 200–250 кд/м²), контрасту (от 350:1 до 700:1), углу обзора (более 150°), гамма-коррекции, цветности люминофоров (примерно 5–8 лет), а также работа с различными разрешениями и частотой. Главными же недостатками считаются склонность к намагничиванию, нарушение сведения лучей, пропадание сигналов синхронизации, искажения раstra и луча (астигматизм), мерцание и дрожание изображения, искажение геометрии и муар. Кроме этого, мониторы с ЭЛТ являются источником излучающих полей (магнитного и электростатического) и слабого рентгеновского излучения. Поскольку эти устройства признаны стандартом для средств отображения, имеются нормативные документы, регламентирующие их производство и эксплуатацию: ISO 9241–3:1996, ISO 9241–8:1997, MPR1990:10 и ГОСТ P50948-2001.

Однако стремительное развитие компьютерных технологий и миниатюризация технических средств, их использующих, привели к появлению дисплеев с меньшими размерами, массой и энергопотреблением. Немаловажное значение приобрели и требования к безопасности для здоровья пользователей. Всем этим условиям дисплеи с ЭЛТ уже не могли удовлетворять — тогда-то и началась «новая жизнь» жидкокристаллической технологии.

Жидкокристаллические дисплеи

Порой очень старая идея или технология по прошествии многих лет вновь становится востребованной. Более того, современники воспринимают ее как совершенно новую. Так случилось и с ЖК-технологией. Класс используемых в ней веществ был открыт в конце 80-х годов XIX века австрийским естествоиспытателем Ф. Райницером.

Полученное вещество было текучим, как жидкость, но обладало оптическими свойствами, характерными для анизотропных кристаллов. Через десятилетие этим открытием заинтересовался ученый Леманн. Он же придумал и сам термин — «жидкие кристаллы». Интересные свойства оптической анизотропии нового вещества долгое время оставались невостребованными и только в 70-е годы XX века были применены в Японии фирмами Sharp Electronics и Hitachi для изготовления цифровых дисплеев калькуляторов и часов. В конце 70-х придумали использовать нитеобразные жидкие кристаллы и TN-ячейки (Twisted Nematic) со скручиванием 90° в пассивных матрицах, благодаря чему удалось получить первый черно-белый дисплей с диагональю 5,5 дюйма. Так, по прошествии почти 90 лет старая технология вновь вышла на арену.

На самом деле вещество, называемое «жидкими кристаллами», является жидкостью, в которой анизотропные органические молекулы при различных температурах могут находиться в разных фазах и иметь разное строение: послойное, нитеобразное (nematic — нематическое), спиралевидное. Современные ЖК-дисплеи используют кристаллы с нематическим строением. Принцип работы LCD-дисплея основан на твист-эффекте, который создается закручиванием слоя нематического вещества толщиной 10 мкм и меньше между двумя тонкими стеклянными подложками (рис. 82).

На входе свет от лампы подсветки после поляризатора проходит через ЖК-вещество, обладающее оптической анизотропией (разными оптическими свойствами в разных на-

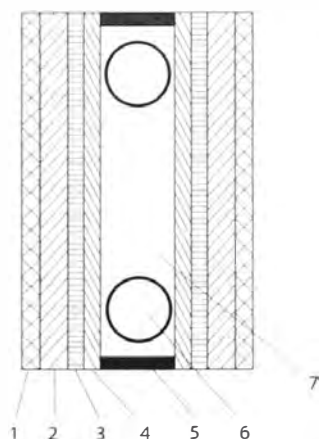


Рис. 82. Схема LCD-ячейки:

- 1 — поляризатор;
- 2 — подложка (прозрачная);
- 3 — электрод;
- 4 — слой ориентирующего покрытия;
- 5 — герметик;
- 6 — зазор/задающие спейсеры;
- 7 — ЖК-материал

правлениях). Когда напряжения нет, вследствие закручивания молекулы в верхнем и нижнем слоях вещества ориентированы в разные стороны. В результате поляризованная световая волна поворачивается таким образом, что на выходе она свободно проходит сквозь второй поляризатор. При подаче на-

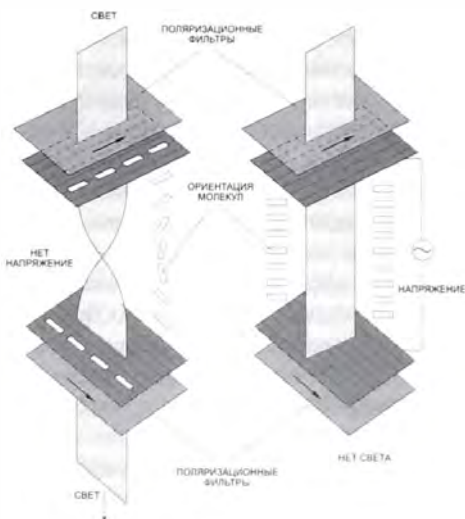


Рис. 82. Принцип твист-эффекта LCD

пряжения свойства вещества изменяются, все молекулярные слои выстраиваются в одну линию, поворота плоскости поляризации световой волны не происходит, и выходной поляризатор блокирует прохождение света.

Таким образом, жидкие кристаллы играют роль световых затворов, т.е. имеют два состояния — прозрачное (в отсутствие напряжения) и непрозрачное (с напряжением), причем чем выше угол закручивания жидких кристаллов, тем выше контрастность изображения. Для дисплеев на жидких кристаллах возможны два способа управления разверткой: пассивная и активная адресация. При пассивной адресации используется последовательная развертка по строкам, то есть последовательно выбирается одна строка за другой.

Это наиболее простой способ, но он не позволяет добиться высокой контрастности и реализовать приемлемую шкалу градаций серого.

Сегодня все цветные LCD-дисплеи используют активную матричную адресацию. При этом для каждого пикселя (пересечение столбец-строка) формируется свой управляющий элемент — тонкопленочный транзистор (Thin Film Transistor — TFT). Применение нелинейного элемента TFT позволило значительно повысить контрастность (до 400:1 и даже выше), а также улучшить формирование полутонов и градаций серого. А кроме того, эта технология избавила от паразитного дрожания неподвижных однотонных участков изображения и пиксельных макроблоков, которое наблюдалось при пассивной адресации. В ЖК-дисплеях с активной матрицей и TFT есть система управления сменой полярности напряжений, что практически исключает эффект мерцания. Смена полярности происходит покадрово, построчно и поточечно. В качестве цветообразующих элементов в LCD-дисплеях используются цветные фильтры, через которые проходит свет от лампы задней подсветки.

Данная схема во многом напоминает опыты Томаса Юнга по смешиванию цветов. В современных технологиях принцип Юнга реализуется с помощью тонких цветных пленок,

окрашивание которых осуществляется разными способами — осаждением красителя из растворов или газовой среды и даже печатью. Цветные фильтры R, G, B в матрице могут располагаться в виде чередующихся полосок или мозаики, а также образовывать своими вершинами треугольник (дельта-геометрия). Размещение фильтров в матрице определяет качество и равномерность передачи цвета. Лучшие цветовые характеристики обеспечиваются фильтрами дельта-формы.

До недавнего времени из-за пропуска света ячейкой матрицы в закрытом состоянии существовала проблема с контрастностью и четкостью изображения, но использование оптической структуры «черная решетка» и суперскрученных TN-ячеек ее устранило. Еще совсем недавно LCD-дисплеи имели проблемы со временем отклика, коэффициентами яркости и контраста, белой точкой, однако за последнее время эти параметры были существенно улучшены. По некоторым оценкам, дисплеи LCD сегодня существенно потеснили ЭЛТ на рынке офисной компьютерной техники (их доля увеличилась с 30 до 40 процентов). Да и в полиграфии они уже не редкость на таких операциях, как ретушь, верстка, вывод фотоформ, спуск полос, а также на пультах управления печатной машиной.

До сих пор бытует мнение, что все альтернативные мониторы страдают множеством недостатков — и по углу обзора, и по яркости, и по контрастности, а вследствие этого имеют меньший цветовой охват. Если это и верно, то только отчасти. Если сравнивать их с очень дорогими ЭЛТ-мониторами, откалиброванными под печатный процесс, с постоянными во времени колориметрическими свойствами, то они пока проигрывают. Однако динамика развития LCD-дисплеев явно показывает, что это превосходство будет недолгим.

Сегодня многие проблемы сняты или решаются, и лишь цветовой охват мониторов LCD еще немного уже, чем у дисплеев с ЭЛТ. Между тем он все равно больше цветового охвата печатного процесса. Совершенствование источника подсветки, фильтров позволило увеличить яркость до 250—270 кд/м², а ис-

пользование ЖК-ячеек с углом скручивания 180 и 270° устранило проблемы с контрастностью и углом обзора: коэффициент контраста достиг значений 500:1 и 700:1, а угол обзора вырос до 170° по вертикали и горизонтали. Есть у LCD-дисплеев и другие привлекательные особенности — полное отсутствие геометрических линейных искажений, цифровой (DVI-D), аналоговый (DVI-A) или интегрированный (DVI-I) интерфейсы, возможность гамма-коррекции и регулирования белой точки, полное отсутствие мерцания и минимальное электромагнитное воздействие на человека. Для крупных организаций очень важное значение имеет их низкое энергопотребление — оно более чем в три раза меньше, чем у дисплеев с ЭЛТ. Все LCD-мониторы отличаются малыми габаритными размерами и массой, современным дизайном и абсолютно плоским экраном с очень высокой четкостью и резкостью.

Плазменные панели

При создании дисплеев с диагональю больше 22 дюймов производители ЭЛТ- и LCD-дисплеев всегда испытывали значительные трудности. Сложную техническую задачу создания мониторов большого размера помогла решить технология PDP. Она основана на способности электрического разряда заряжать инертный газ (аргон, неон, ксенон), находящийся в ионизированном состоянии. В результате разряда часть заряженных ионов отдает свою энергию в виде ультрафиолетового излучения. Попадая на флуоресцирующее покрытие, оно вызывает излучение света в видимом диапазоне.

В отличие от LCD-дисплеев у плазменных панелей нет проблем ни с яркостью (от 350 до 1000 кд/м²), ни с контрастностью (от 300:1 до 3000:1) и тем более с углом обзора (160–170°). К достоинствам плазменных панелей следует отнести стойкость к электромагнитным полям, независимость от вибрации, высокую четкость текста и изображения для поверхностей большого размера и незначительное время регенерации, которое позволило использовать их для отображения те-

левизионного сигнала и видео. Однако они потребляют большую мощность и имеют низкое разрешение, а срок службы такой панели не превышает 10 000 часов.

Плоские плазменные панели изготавливаются с диагональю 42 и 50 дюймов, а порядок цен на них исчисляется тысячами и десятками тысяч долларов. В силу того, что цена плазменных панелей растет пропорционально диагонали, а потребляемая мощность превышает 500 Вт, используют их пока только крупные организации в качестве больших информационных табло для проведения престижных презентаций, конференций, семинаров и рекламных акций.

Цифровые светопроцессорные системы

Иногда системный взгляд на привычные вещи приводит к неожиданным результатам — тривиальным и одновременно гениальным. Все мы в детстве играли с солнечным зайчиком, используя для этого зеркало, и крутили волчок с цветными полосками. В школе на уроках физики повторяли и демонстрировали опыты Юнга с проекторами и цветными фильтрами для смешения цветов, вращали «цветной» диск Максвелла и получали радуку с помощью ньютоновских призм, изучая дисперсию света.

Технология DLP объединила все эти явления, создав одну из самых перспективных конструкций — электромеханическую панель. Ее основу составляет цифровое микрозеркальное устройство — чип DMD (Digital Micromirror Device), изобретенное инженерами компании Texas Instruments. Матрица DMD содержит микроскопические зеркала из сплава алюминия с очень высокой отражающей способностью. Микрозеркала закреплены на жесткой подвижной подложке, а та, в свою очередь, с помощью подвижных элементов (упругих пластинок) прикреплены к основанию чипа — кремниевой пластине. Под действием электрических сигналов зеркало устанавливается в одно из двух положений, отличающихся углом поворота. Первое соответствует состоянию, когда луч

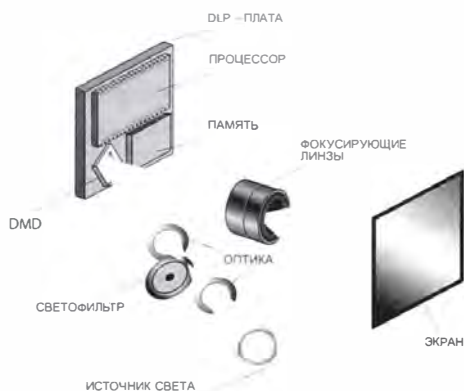


Рис. 84. Принципиальная схема цифровой одноматричной светопроцессорной системы

света отражается сначала на фокусирующую систему, а затем через объектив на экран; а в другом положении луч направляется в светопоглотитель. Такая технология обеспечивает высокое разрешение.

Сегодня выпускается несколько типов DMD-процессоров: SVGA — 840 x 600, 508800 микрзеркал; XGA — 1024 x 376, 786432 микрзеркала; SXGA — 1280 x 1024, 1310720 микрзеркал или 2048 x 1080, 2211840 микрзеркал. В одноматричном проекторе цветное изображение получается за счет того, что луч света перед отражением от DMD-элемента проходит через вращающийся диск с цветными фильтрами первичных R, G, B цветов. Иногда для увеличения светового потока к ним добавляют еще и «белый» фильтр, что позволяет увеличить яркость изображения на 30 процентов. Кроме одноматричных, существуют двухматричные и трехматричные проекторы, которые дают более высокое качество изображения.

Принципиальное отличие здесь заключается в том, что свет расщепляется специальной системой дихроических призм (нет вращающегося круга с цветными фильтрами) на три потока первичных R, G, B, которые отражаются одной из трех DMD-матриц соответственно на объектив и на экран. В качестве источника света используется ксеноновая лампа с цветовой температурой 5400 или 6500°K. Панели DLP обладают очень высокой

яркостью, а контрастность у них может достигать значений в несколько раз больших, чем у LCD-дисплеев (1000:1 и более), поэтому их можно использовать в сильно освещенных помещениях. Однако DLP-проекторы имеют и недостатки — прежде всего существует вероятность залипания микрзеркал (или прилипания углов подвижных подложек к неподвижному основанию), которая частично или полностью устраняется с помощью специальных покрытий на основе китового жира. Есть проблемы и с оптимизацией режимов переключения, а, кроме того, устройства этого типа пока очень дороги.

Стоит отметить, что подобные цифровые микрзеркальные устройства используются не только в панелях DLP. Чип DMD активно внедряется в технологию CTCP (Computer to Conventional Plate) для прямого экспонирования обычных формных пластин ультрафиолетовым излучением. Данную технологию использует немецкая фирма basysPrint в своих плейсetterах класса VLF (Very Large Format). Наибольшее же распространение технология DLP получила при создании проекторов для цифровых кинотеатров (Digital Cinema) — их сейчас больше 150, а также установок проекционного и устройств домашнего телевидения. В последнее время DLP начинают применять при создании и оборудовании центров управления, а также для визуализации трехмерных объектов.

Дисплеи на органических материалах

Эта перспективная область развития дисплеев исследуется, начиная с 1987 года, в двух направлениях: микромолекулярные (sm-OLED) и полимерные (POLED) дисплеи. В отличие от жидкокристаллических экранов OLED-дисплеи являются светоизлучающими и не имеют ни цветных фильтров, ни источников задней подсветки, поэтому избавлены от проблем, связанных с потерей светового потока, как в LCD-дисплеях. Наибольшее распространение получила многослойная схема, предложенная фирмой Eastman Kodak (рис. 85).

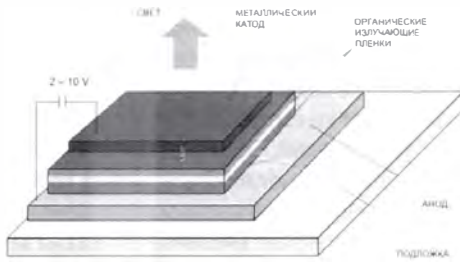


Рис. 85. Структурная схема трехслойного OLED

OLED-панель состоит из управляющих пластин-электродов, между которыми располагаются тонкие органические пленки. Один из электродов может содержать управляющие транзисторные ячейки TFT для активной адресации (активная матрица). В матрице пиксель может образовываться как в одном светящемся слое тремя ячейками RGB, так и в трех параллельных слоях при наложении прозрачных органических пленок. Трехслойный пиксель занимает меньшую площадь и обеспечивает более высокое разрешение матрицы. Анод наносится на тонкое стекло (0,7 мм) или кремниевую подложку, поверх него идет несколько слоев органических светоизлучающих пленок, и, наконец, последним слоем является пленка прозрачного катода, состоящего из смеси магния и серебра. Вся эта конструкция имеет толщину порядка 1–1,5 мм.

При подаче напряжения от 2,5 до 10 В через базовые слои проходит ток, и они начинают излучать фотоны. Интенсивность излучения меняется линейно по отношению к изменению напряжения, что позволяет управлять яркостью и длиной волны. Каждый базовый слой отвечает за свою часть спектра первичных цветов R, G, B. OLED-дисплеи в производстве дешевле жидкокристаллических, и у них очень высокие значения яркости (до 100000 кд/м²), контрастности (более 300:1) и разрешения (1280×768). При этом нет проблем с быстродействием (10 мс) и углом обзора (больше 170°), а контрастность не зависит от внешнего освещения. К тому же OLED-приборы обладают очень широким диапазоном рабочих температур —

от –40 до +80 °С. Органические дисплеи очень экономичны по энергопотреблению (25 Вт при яркости 500 кд/м²), но не слишком долговечны и грешат быстрой потерей яркости со временем.

На сегодняшний день OLED-материалы имеют срок жизни для синих элементов менее 10000 часов, а для красных и зеленых — менее 40000 часов. При непрерывной работе в течение 5000–10000 часов их яркость уменьшается вдвое. К сожалению, до сих пор ни одна фирма не сделала промышленный образец дисплея большого размера, и лишь некоторые (ID Tech — 20 дюймов, Sony — 24 дюйма, Toshiba и Matsushita — 17 дюймов, Kodak и Sanyo — 15 дюймов) выпустили выставочные прототипы. Практически все компании, занимающиеся разработками OLED-дисплеев, сейчас осваивают рынки микродисплеев и сотовых телефонов, а промышленный выпуск больших дисплеев ожидается не ранее 2006–2007 годов.

LEP-дисплеи

Не меньшего внимания заслуживает и технология LEP-дисплеев, которая интенсивно разрабатывается с 1989 года после открытия химиком Р. Френдом полифениленовинилинов. Эти вещества относятся к группе сопряженных полимеров, являющихся самонезолуирующими полупроводниками. Будучи расположенными между электродами, они способны излучать свет. Используя их LEP-дисплеи работают при низком напряжении питания, составляющем всего 3–5 В. Учитывая перспективность этого направления, компания CDT (Cambridge Display Technology) еще в 1992 году приступила к разработке мониторов на их основе. В 1998 году ей вместе с Seiko Epson удалось создать черно-белый (точнее, черно-желтый) пластиковый экран толщиной всего 2 мм, в котором для управления была использована технология TFT. При этом процесс изготовления матрицы оказался настолько технологичным и простым в техническом плане, что позволил применить для этой цели стандартную струйную печать.

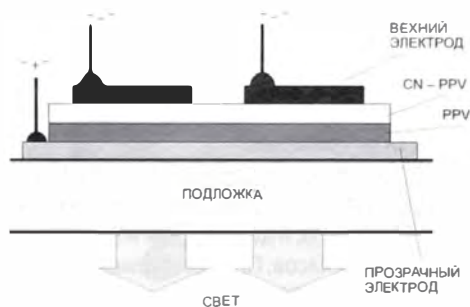


Рис. 86. Двухслойный LEP-дисплей

В нем слои раствора полимера наносятся прямо на TFT-матрицу и прозрачную подложку. Каждым пикселем LEP-дисплея управляет отдельный тонкопленочный транзистор TFT. Так как пластиковые дисплеи очень тонки, на них можно наносить различные поляризационные покрытия, обеспечивающие высокую контрастность изображения.

Столь впечатляющий результат и прекрасные технические параметры будущих экранов (незначительное время переключения — 1 мс, угол обзора до 180°, минимальное энергопотребление, малые толщина и масса при очень высокой контрастности), а также намерение принять участие в разработках компаний Intel и HP — весьма обнадеживают пользователей, поскольку крупные инвестиции могут приблизить создание промышленного образца коммерческого цветного дисплея и ускорить решение проблем, связанных с защитой от ультрафиолетового излучения и увеличением срока службы. Все дело в том, что пластик очень восприимчив к ультрафиолетовым лучам, которые его обесцвечивают. Ослабить это воздействие пытаются путем использования многослойных структур, но продлить жизнь полимера сверх 5 лет пока не удается.

Дисплей и печатный оттиск

История развития дисплеев достаточно оптимистична. Если рассматривать их в плоскости полиграфии как средство отображения информации, призванное контролировать конечный результат репродуцирования, коим является оттиск, то здесь не

все так радужно, как бы хотелось видеть и представлять полиграфисту. Проблема эта возникла не сегодня, а намного раньше и существовала еще и при дисплеях с ЭЛТ.

Суть проблемы заключается в том, что принципиально нет и быть не может полного совпадения визуального отображения информации на экране дисплея и оттиска на запечатываемом материале, например, бумаге. Это противоречие изначально заложено как в теории смешения и получения цвета, так и в моделях цветового пространства, которые используются при его моделировании. Более того, эти различия присутствуют в физике цвета для света и излучения, также в физике и химии смешения сред (веществ, красок). Причем цветовые расхождения усугубляются психологией цвета и проблемами его ощущения и восприятия в мозгу у наблюдателя, а также условиями внешнего окружения и освещения. Искажения вносят и сами технические средства отображения и воспроизведения цветовой и тоновой информации. К ним относятся дисплеи и устройства печати (печатная машина). На начальном этапе искажения вносятся оригиналом, процессом его получения и устройством ввода информации, которыми могут быть фотоаппарат, физико-химический процесс обработки пленки, сканер, цифровая камера и прочее.

Несмотря на то, что эти и многие другие причины были уже рассмотрены ранее в других главах, авторы считают необходимым еще раз перечислить их в более компактном виде.

Основные причины, по которым невозможно обеспечить идентичность воспроизведения информации на дисплее и оттиске, следующие:

- существование различия в средах (самосветящаяся среда для дисплея, отражающая для оттиска);
- значительные различия в спектральных характеристиках красок, пигментов, красителей и излучения;
- существование различий в визуальном пространстве дисплея и оттиска (2-мерное динамическое для дисплея и 2-мерное статическое для оттиска);
- большие расхождения в динамическом диапазоне;

- не идентичность цветовых охватов светоизлучающих элементов и многокрасочного оттиска;
- различия в «белизне» и белой точке;
- принципиальное отличие моделей цветового пространства;
- использование промежуточных моделей и математических преобразований;
- структурные отличия и микронеровности поверхности и покрытия;
- различный контраст и тоновая градация;
- расхождения по четкости;
- отличия в резкости;
- разрешающая способность при восприятии сильно отличается;
- условия восприятия по освещению не совпадают;
- сильное несовпадение условий внешнего окружения;
- принципиальные различия в материалах;
- используются несовпадающие цветообразующие принципы и средства;
- при репродуцировании оттиск почти всегда имеет другие геометрические размеры.

При этом необходимо помнить, что на каждом этапе процесса репродуцирования происходит частичная потеря и искажение информации (полутоновой и штриховой) по всему циклу ввод – отображение – вывод.

И все-таки главным противоречием остается несовместимость принципов моделирования цветового пространства и цветовых преобразований, которые используются при представлении цвета в устройствах отображения и печати. Для устройств отображения (дисплей) — это модель аддитивная, а для устройств печати в полиграфии (плоская печать или офсетная печать) — это автотипная модель.

Аддитивный синтез цвета предполагает смешение световых стимулов излучающих объектов за счет сложения аддитивных основных цветов. Так как это очень важно, то сделаем еще одно уточнение: аддитивная модель цветового пространства

предназначена для излучающих объектов, например дисплеев. При оптическом смешивании разноокрашенных световых стимулов цвета (монохроматические цвета) по аддитивной модели — они освещаются. Это свойство аддитивности используется при смешении в определенных пропорциях трех основных аддитивных цветов (RGB) для получения белого цвета.

При цветовоспроизведении на оттиске способами офсетной печати или высокой печати (сейчас менее используемой) цветное полутоновое изображение формируется за счет многоцветных растровых элементов (микроштрихи — точки круглой или других форм) с одинаковой светлотой и насыщенностью цвета отдельных красок (СМΥК), но различных размеров, форм, и частоты. За счет комбинации наложений печатных красок и субтрактивного синтеза при последующем аддитивном смешении и происходит воспроизведение цвета на оттиске. Эффект полутонов сохраняется благодаря тому, что светлые участки изображения воспроизводятся более мелкими растровыми элементами, а темные участки тонов — более крупными.

В силу вышесказанного, цветовоспроизведение и синтез цвета в процессе печатания и восприятия оттиска есть комбинация аддитивного и субтрактивного принципов воспроизведения цвета. Субтрактивный процесс получения цвета основан на избирательном вычитании спектральных составляющих падающего светового потока красочным слоем на запечатываемом материале. При смешивании субтрактивных основных цветов смесь затемняется. Это свойство субтрактивности используется при смешивании сред, пигментов, красок для получения черного цвета.

Каждая модель имеет свои основные цвета. Для *аддитивной* системы — это красный (Red), зеленый (Green), синий (Blue), что соответствует трехкомпонентной теории цвета Юнга-Гельмгольца. Для *субтрактивной* системы — это триада основных красок СМΥ (Cyan — голубая, Magenta — пурпурная, Yellow — желтая). Из-за того, что краски основной триады не идеальны и име-

ют примеси, при их наложении получается не глубокий черный цвет, а грязный коричневый. По этой причине к триаде основных красок была добавлена черная краска (black или Key color), которая также косвенно еще и расширяет цветовой охват системы.

Таким образом, мы имеем проблему моделирования, цветопреобразования, цвето-воспроизведения цвета, которая носит системный характер. Эту системную проблему, начиная с 1976 года, и пытаются решить за счет использования более обобщенных технологий моделирования цветового пространства, основанных на восприятии цвета человеком (модель CIE $L^*a^*b^*$, CIE $\Delta L^* \Delta C^*_{ab} \Delta H^*_{ab}$) и системных методов профилирования всех технических средств, участвующих в процессе ввод – отображение – вывод. Системы CIE $L^*a^*b^*$, CIE $\Delta L^* \Delta C^*_{ab} \Delta H^*_{ab}$ — это равноконтрастные колориметрические приборонезависимые системы, которые используют для постадийного пересчета (координат), преобразования цвета и согласования моделей цветового пространства технических устройств участвующих, в цикле ввод (RGB) – отображение (RGB) – вывод (CMYK). К сожалению, полной равномерности (равноконтрастности) цветового пространства в системах CIE 1976 и CIE 1994 годов до сих пор добиться не удалось, но они приняты в качестве стандарта и активно используются при цветовых преобразованиях и при определении цветовых характеристик устройств (профили ICC).

Для того, чтобы процесс управления цветом носил ярко выраженный замкнутый и системный характер, эти принципы внедряют в ядро операционных систем, управляю-

щих компьютеров, которые используют методы цветового согласования (CMM — Color Matching Methods), и системы управления цветом (CMS — Color Management System) как для устройств (профили ICC, начиная с 1993 года), так и для прикладных программ. Ярким примером (стандартом) таких программных комплексов принято считать ColorSync для операционных систем MAC OS компьютеров фирмы Apple.

Системный подход в управлении цветом при прохождении рабочего потока информации стабилизировал процесс репродукции, но не устранил системного противоречия смешения и получения цвета.

Информационное звено

Природа, которой «мы окружены и объаты» (Гёте), сформировала удивительную информационную среду. Посредством прямой связи глаз – мозг естественным образом обрабатывается огромное количество визуальной информации. Процессы воздействия и раздражения светового стимула (ощущение) и последующего восприятия зрительного образа (контур, фон, форма, цвет, пространство), происходящие в мозгу у наблюдателя, до конца еще не исследованы. Однако человек создал не менее интересную информационную связь «компьютер – дисплей».

Объединение двух видов информационной связи (прямой и обратной) создает виртуальную среду, значительно расширяющую информационное пространство. Дисплеи как неотъемлемая часть визуальной и виртуальной среды стали одним из звеньев информационной цепи: компьютер – экран – глаз – мозг. Развитие дисплеев и цифровых технологий способствует формированию как визуальной среды, так и виртуального пространства. Совершенствование технологий, улучшение технических характеристик, параметров и свойств LCD-, OLED- и LEP-приборов вселяют уверенность в том, что цифровые устройства отображения займут достойное место в окружающей нас визуальной среде.

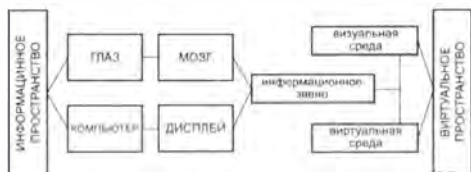


Рис. 87. Структурная схема информационного звена в структуре ИП-ВП.



Глава 14

РАСТРИРОВАНИЕ, РАСТРОВЫЕ СТРУКТУРЫ И РАСТРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ С РЕГУЛЯРНЫМ, НЕРЕГУЛЯРНЫМ И СТОХАСТИЧЕСКИМ РАСТРОМ

Мир беспорядочно усеян
упорядоченными формами.
Таковы кристаллы, цветы и листья,
разнообразные узоры из полос и пятен на мехах,
крыльях и чешуе животных,
следы ветра на песке и воде и т.д.

Поль Валери

Растривание и растровые изображения

Растривание — это ключевое понятие в полиграфических технологиях. По функциональности процесс растривания при разных способах печати можно разделить на две группы. В первую группу входят все разновидности способов высокой, плоской и трафаретной печати. Во вторую — все разновидности глубокой печати.

При высокой, офсетной и трафаретной печати красочный слой наносится на печатные элементы формы ровным слоем одинаковой толщины. Для текста и штриховых иллюстраций (состоящих из отдельных элементов, которые могут иметь только один уровень оптической плотности по отношению к фону) условие одинаковой толщины красочного слоя является достаточным для получения качествен-

ных оттисков. Когда возникает необходимость напечатать полутоновые изображения, применяют растривание, разрешающее противоречие между постоянной толщиной красочного слоя и созданием полутонов.

Растривание заключается в преобразовании полутонового изображения в микроштриховое, состоящее из отдельных микроэлементов (растровых элементов), имеющих разную форму и площадь. На них в процессе печати наносится одинаковый по толщине красочный слой. За счет изменения площади растровых элементов или частоты их размещения на поверхности запечатываемого материала разные участки оттиска визуально воспринимаются с разной насыщенностью полутонов. Таким образом, относительная площадь запечатанной и незапечатанной поверхности запечатываемого материала создает иллюзию полутона.

Рассмотрим теперь вторую группу. При глубокой печати толщина красочного слоя для текста и штриховых изображений одинакова — такая же, как и на оттиске, изготовленном способами высокой, офсетной и трафаретной печати. Однако при печати полутоновых изображений проблем также не возникает, так как при глубокой печати печатающие элементы имеют разную глубину, то есть толщину красочного слоя, передаваемого на запечатываемый материал, можно менять. Следовательно, полутона создаются за счет изменения толщины красочного слоя.

Для глубокой печати при изготовлении печатной формы как для текста, так и для штриховых и полутоновых изображений, тоже применяют растривание, но не для визуальных полутонов, а для создания опорной сетки для ракеля — ножа из тонкой стальной пластины, снимающего краску с пробельных элементов по всей поверхности печатной формы. Опорную сетку на печатной форме в традиционной глубокой печати создают при помощи растровой структуры, состоящей из прозрачных перпендикулярных линий и непрозрачных квадратиков. Структура совмещается с полутоновым изображением фотоформы, и суммарную структуру переносят на формный цилиндр при изготовлении печатной формы глубокой печати.

Далее будут рассмотрены отдельные способы и технологии растривания и полученные при этом полиграфические растровые структуры. Большое разнообразие технологий растривания и получаемых при этом структур приводит к проблеме выбора. Поэтому будут также рассмотрены и их достоинства, особенности и области применения.

Технологический прорыв в области растривания

Долгое время художники создавали оригиналы для полиграфии, перерисовывая полутоновые изображения, преобразуя их в штриховые, если необходимо было печатать эти изображения способом высокой или офсет-

ной печати. Трансформация (преобразование) полутоновых изображений в изображение, состоящее из отдельных микроэлементов (штрихов), — это, конечно, по большому счету искусство. Поэтому и работали в полиграфии великие графики и граверы.

Проблема трансформации полутоновых изображений в штриховые в полиграфии технологически была блестяще решена с началом использования полиграфических растров, то есть стеклянных пластин или пленок с нанесенными на них непрозрачными или полупрозрачными (периодическими или аperiodическими) структурами.

С изобретением Гуттенбергом подвижного шрифта текст уже набирали отдельными литерами — брусками с выпуклыми буквами и знаками на торце, а иллюстрации гравировали отдельно на досках или металлических пластинах. Текст и иллюстрацию объединяли в полосы книги. Эту операцию сейчас определяют термином «верстка полос».

Однако давайте уточним, как готовили печатные формы для печати иллюстраций? Часто картины художников, да и изображения, мы видим в природе как полутоновые. Как их напечатать, если на выпуклых печатных элементах, практически лежащих в одной плоскости, можно наносить слой краски только одинаковой толщины?

Гравер, изготавливающий иллюстрационную печатную форму, должен был передавать полутона (переход от белого через серое к черному или от ненасыщенного к насыщенному разбеленному цвету) штрихами разной толщины и частоты расположения. Превращать полутоновое изображение в штриховое мог делать только мастер. Поэтому в полиграфии того времени работали великие граверы и мастера своего дела.

В 1882 г. Мейзенбах и Шмейдель предложили фотографировать оригинал через линейчатый растр, расположенный перед фотографическим слоем. Сообщив половину требуемой экспозиции, растр поворачивали вокруг оси на 90° и доводили экспонирование до конца. После проявления и фиксирования получали негатив, состоящий из мелких прозрачных и непрозрач-

ных элементов. Расстояние между элементами было постоянным, а соотношение площадей менялось в зависимости от яркости оригинала. Негатив использовался для изготовления печатной формы, с которой делались оттиски, получившие название автотипий. Точно так же называли затем и способ репродуцирования с растром. Так появились автотипии с моносеточной регулярной структурой. Участки с различными на глаз яркостями получались на автотипиях вследствие изменения соотношения площадей печатных и пробельных элементов. Интенсивность окраски внутри каждого печатного элемента считается одинаковой, независимой от его площади.

Дальнейшему прогрессу автотипного процесса способствовали перекрестные растры Леви. Для репродуцирования черно-белого оригинала их не надо было поворачивать. Такие растры широко применялись в репродукционных процессах до появления компьютерных систем обработки изображения.

Введение в производство в 1890 г. Максом Леви в Филадельфии полиграфических растров — непрозрачные прямоугольные сетки на прозрачном носителе привело к окончательному утверждению автотипии. И тогда превращение полутонового изображения в штриховую (микроштриховую, растровую) иллюстрацию в издании — растрирование стало одной из технологических операций, выполняемой рядовым уже исполнителем — фотографом. С изобретением процесса растрирования полутоновых изображений изготовление иллюстрационных печатных форм (клише) было переведено на промышленные рельсы и из искусства превратилось в ремесло.

Для лучшего взаимопонимания уточним термин «автотипия» и связанные с ним термины.

Автотипия (автотипная печать) — это способ воспроизведения полутоновых оригиналов путем преобразования полутонового изображения в растровое (в микроштриховое) при помощи полиграфических растров или специальных компьютерных RIP-программ или RIP-устройств. При вос-

произведении цветных полутоновых оригиналов способами плоской, высокой, трафаретной и одного из видов глубокой (глубокая автотипия) печати используется автотипный синтез цвета.

Автотипный синтез цвета есть получение оттенков цвета изображения на оттиске путем совмещения растровых изображений, отпечатанных красками разных цветов, например, желтой, пурпурной, голубой и черной (СМΥК). Изображения на оттиске состоят из микроэлементов или штрихов, имеющих одинаковую толщину красочного слоя. Микроэлементы могут иметь одинаковую площадь и разную частоту расположения (частотная, стохастическая растровая структура, ЧМ-растрирование) или разную площадь и постоянную частоту (регулярная растровая структура, АМ-растрирование), а также и разную площадь, и разную частоту (нерегулярные, корешковые, зернистые растровые структуры, гибридные растровые структуры). При этом суммарное цветное полутоновое изображение формируется разноцветными растровыми элементами (точками или микроштрихами). При наложении растровых элементов изображения на оттиске в процессе печатания автотипный синтез цвета носит смешанный аддитивно — субтрактивный характер.

Георга Мейзенбаха (1841–1922 гг.) считают изобретателем автотипии (автотипного способа печати) — фотомеханического способа изготовления растровых клише, иллюстрационных печатных форм для способа высокой печати.

Специалисты сравнительно быстро научились делать фотомеханическим путем штриховые клише. Здесь уместно напомнить, что штриховые металлические формы высокой печати пробовали изготавливать травлением задолго до изобретения фотографии, в частности, вполне удачные опыты в области «выпуклого офорта» проводил английский поэт и художник У. Блейк еще в конце XVIII в. Но потребовались немалые усилия, чтобы найти наиболее рациональные методы автоматического перевода тонного изображения в штриховое.

В 1894г. Мейзенбах в соавторстве с Р. Шмеделем сконструировали специальную машину для гравирования растров на стекле, открыв, таким образом, путь к широкому промышленному использованию процесса растрирования и автотипного синтеза цвета.

Автотипия довольно быстро вытеснила из полиграфического производства ручной способ изготовления клише гравированием. Новая технология давала возможность сравнительно быстро и с меньшими затратами труда иллюстрировать различные издания. В высокой печати она оказалась единственно возможным средством передачи полутоновых (тоновых) иллюстраций. Впоследствии принцип автотипии — дробление рисунка на точки — был использован и в офсетной технологии. Особенно великую услугу автотипии оказала периодическим изданиям — газетам и журналам, в которых ранее иллюстрация была «гостем» довольно редким.

Значение автотипии в полиграфическом производстве еще более возросло в начале XX века. При помощи светофильтров была отработана техника цветоделения многокрасочных оригиналов и их последующего воспроизведения для цветных растровых иллюстраций в печати всего тремя (голубым, пурпурным и желтым цветом) или четырьмя (если кроме иллюстрации печатался и текст черным цветом) красками.

Процесс растрирования с использованием полиграфических растров проводили при репродуцировании полутонового изображения в фотоаппарате или контактно-копировальном устройстве. Проходя сквозь структуру раstra, полутоновое изображение преобразовывалось в растровое и затем переносилось на контрастный светочувствительный слой фотопленки при изготовлении фотоформы.

Рассмотрим принцип получения растровых элементов.

При работе с *проекционными растрами* каждая прозрачная ячейка раstra работает как объектив и воспроизводит на фотопленку форму диафрагмы (круглую, шестиугольную или любую другую) в виде ее полутонового изображения, где величина

на освещенности плавно меняется от центра к краям. Картинка оптического изображения довольно сложная — дифракционные эффекты от каждой ячейки проекционного раstra взаимодействуют между собой, и контрастная фотопленка после химико-фотографической обработки воспроизводит только уровни освещенности выше определенного, подавляя все остальные, и, таким образом, создает растровое изображение.

Говоря о фотопленке, необходимо подчеркнуть, что в идеале она должна создавать только два вида растровых элементов — прозрачные и непрозрачные. В действительности на границе между этими элементами появляется переходная зона — ореол. Когда объектом съемки через проекционный растр является полутоновое изображение, то каждый элементарный участок изображения, определяемый растром, имеет свою яркость. Эта яркость определяет величину (площадь) изображения диафрагмы, воспроизводимую на фотопленке. Контрастная фотопленка, применяемая при растрировании, работает (как было уже подчеркнуто) по принципу «да-нет». Вследствие контрастности фотопленки на ней воспроизводится только часть полутонового изображения диафрагмы, и чем больше яркость на полутоновом изображении в этом участке, тем большая часть изображения диафрагмы воспроизводится на фотопленке в виде непрозрачного растрового элемента.

Таким образом, растрируемое полутоновое изображение воспроизводится на контрастной фотопленке в виде растрового изображения, состоящего из растровых элементов разной площади в зависимости от величины яркости отдельных участков растрируемого полутонового изображения оригинала. Полученное изображение состоит из растровых элементов (незаметных для глаза), имеющих разную площадь и форму и образующих регулярную или нерегулярную структуру. Такие изображения визуально воспринимаются в целом как полутоновые.

Если объектом съемки является белая бумага (равномерное по яркости поле), то на фотопленке после экспонирования и об-

работки получится сетка из одинаковых по величине точек и просветов, величина которых будет зависеть от экспозиции и от чувствительности фотопленки.

При работе с *контактными растрами* принцип растрирования остается тот же. Только полутоновые ячейки контактного растра выполняют роль полутонового изображения диафрагмы, созданного ячейками проекционного растра на фотопленке при работе с проекционными растрами. Основное правило при работе с контактными растрами состоит в том, что контактный растр и фотопленка должны плотно прилегать друг к другу и располагаться слой к слою. Особенность процесса растрирования с использованием контактных растров заключается еще и в том, что форма диафрагмы при растрировании полутонового изображения в фотоаппарате не определяет форму растрового элемента, так как форма растрового элемента уже заложена при изготовлении самого контактного растра.

При *электронном растрировании* формирование растровых элементов производится с использованием различных RIP-программ или RIP-устройств. Каждый растровый элемент образуется объединением нескольких пикселей. Количество пикселей, образующих растровый элемент, зависит от величин яркости (оптической плотности) растрируемого полутонового изображения в данном участке. Гибкость электронного растрирования почти безгранична как по разнообразию формы растрового элемента, так и по многообразию растровых структур.

Изобретение проекционных и контактных растров и использование технологии фотомеханического растрирования освободило художников от рутинной работы по перерисовке полутоновых оригиналов, предназначенных для полиграфического воспроизведения.

Это был технологический прорыв в полиграфии. За ним последовало бурное развитие способов офсетной и высокой печати полутоновых иллюстраций. Были изобретены разные технологии растрирования с использованием большого разнообразия структур.

Растровые структуры в полиграфии

Разнообразные растровые структуры, применяемые в полиграфии, можно разделить на три группы:

- 1) регулярные (периодические);
- 2) нерегулярные (случайные, иррегулярные, хаотические, аperiodические);
- 3) стохастические.

В регулярных растровых структурах расстояния между центрами микроэлементов постоянны, имеют разную площадь и, как правило, различную геометрическую форму на разных градационных уровнях изображения (в светах, полутонах и тенях). Регулярные растровые структуры оценивают по двум параметрам: по частоте и по форме растровых элементов.

Частоту растровой структуры в полиграфии определяют термином «линиатура» и измеряют в линиях на дюйм (lpi) или в линиях на сантиметр (л/см). Форма растровых элементов может быть разной: прямые и волнистые линии, концентрические окружности, круги, эллипсы — от почти круглых до сильно вытянутых, квадраты, прямоугольники, ромбы, кресты. Растровые элементы могут иметь также подушкообразную, бочкообразную или неправильную геометрическую форму. Среди этого многообразия как оптимальная была оценена эллипсоидная (ромбовидная) форма из-за плавного градационного перехода на уровне стыка растровых элементов в интервале 45-55 % растрового элемента.

С целью сглаживания скачков оптической плотности при стыковке растровых элементов вследствие растаскивания были изобретены двойные растровые структуры. Для создания контактных растров с двойной растровой структурой использовались обыкновенные крестообразные проекционные полиграфические растры и щелевые диафрагмы. При использовании щелевых диафрагм были созданы также контактные растры, у которых растровые элементы не стыкуются до 95 %, а потом сразу переходят на плашку. Например, квадраты в растре

для глубокой печати (растровые элементы меняют свою площадь от 5 до 95 %).

Позже, когда была разработана технология электронного растривания и появилась возможность создания растровых элементов с заданной формой, были проведены широкие исследования по выбору оптимальной формы растрового элемента. Оптимальными были признаны следующие формы растровых элементов: в светах (до 25 %) — круглая, в полутонах (от 25 % до 75 %) — несимметричная геометрическая фигура и в тенях (от 75 % до 99 %) — круглый пробельный элемент. Круглая форма имеет минимальное приращение при растискивании в процессе печати, то есть минимальный периметр при максимальной площади.

Естественные нерегулярные растровые структуры

В процессе развития технологии растривания были созданы способы изготовления форм офсетной печати без использования растра. При офсетном способе печати в качестве растровой структуры использовалась зернистость алюминиевой пластины. На нее наносили тонкий светочувствительный слой, и в процессе обработки (после копирования полутоновых фотоформ) из-за различной степени раздубливания слоя (расширения, разложения фотополимера) раскрывалось различное количество зерен или их частей. Чем меньше задубленность слоя, тем большая часть поверхности алюминия обнажалась при вымывании разложившегося участка слоя. Поверхность чистого алюминия — это и есть пробельные элементы. Участки с оставшимся на поверхности пластины невымытым слоем создают печатные элементы. Эту технологию называют неудачным термином «безрастровый офсет» (на форме возникает нерегулярная растровая структура).

В литографии, где печатная форма изготавливается на зернистом литографском камне, фактура его поверхности и используется (как и при «безрастровом офсете») в качестве растра.

Таким образом, естественные нерегулярные структуры были использованы в качестве растров. Эти структуры плавно передают изменения градаций изображения, хорошо воспроизводят на оттиске мелкие детали и тонкие цветовые переходы. Вместе с тем акварельные рисунки и пастельные цвета передаются на оттиске с минимальными искажениями.

Однако при использовании фактуры поверхности формного материала в качестве растровой структуры полученные печатные формы имеют низкую тиражестойкость. Это связано с малой толщиной фотополимерного слоя, служащего подложкой для печатных элементов и быстро разрушающегося из-за агрессивности увлажняющего раствора и давления при печати. Для устранения этого недостатка были созданы контактные и проекционные растры с использованием естественных нерегулярных структур, таких, как структура серебряного фотографического слоя, структура протравленной или механически обработанной поверхности стекла (матовое стекло с грубой, крупнозернистой структурой).

Традиционные нерегулярные растровые структуры состоят из отдельных растровых элементов, имеющих различную форму, площадь, и хаотически расположенных на поверхности печатной формы (оттиска). В некоторых растровых структурах элементы имеют сильно вытянутую форму в виде морщин корки апельсина — например, так называемый корешковый растр. Подобные растровые структуры возникают (как было уже сказано) и на поверхности печатной формы для печати способом фототипии. Это происходит из-за различной степени набухания и задубливания светочувствительного слоя из альбумина после копирования полутоновой фотоформы.

Традиционные нерегулярные растровые структуры характеризуются не частотой, а интервалом частот. Интервал частот зависит как от величины минимального растрового элемента, так и от способности отдельных исходных элементов растровой структуры объединяться в агрегаты с большими пло-

щами. Образование агрегатов (слияние отдельных микроэлементов структуры) приводит к снижению частоты. И чем быстрее структура меняет свою частоту, тем точнее она воспроизводит изображение на оттиске, в особенности резкие контуры и мелкие элементы. Очень высокая чувствительность структуры к изменению градации изображения может привести к появлению на оттиске ложных контуров, что отрицательно сказывается на качестве изображения.

Стохастические растровые структуры

Вторжение в полиграфию вычислительной и лазерной техники и технологий внесло существенные изменения в традиционную полиграфию. То, что всегда было проблемой, — качественное цветodelение с растрированием, — сейчас стало делом техники, технологии и программного обеспечения, RIP. Возможности вычислительной техники и устройств вывода возродили к новой жизни множество старых идей и технологий. Наглядными примерами могут послужить: технология вычитания цветных красок в темных тонах изображения (UCR); генерация черного при четырехкрасочной печати (GCR); технология печати цветных полутоновых изображений с использованием 6 (гексахром, hexachrome) — 8 (Hi-Fi — печать) печатных красок; частотное растрирование полутоновых изображений (стохастическое растрирование).

Стохастическое растрирование относится к технологии растрирования с использованием растров нерегулярной структуры. Эти структуры создаются электронным путем с использованием специально созданных для этого аппаратных и программных средств.

В общем случае термин «частота» определяет частотные характеристики процесса или его результата. В теории связи он используется для описания волновых сигналов. Применительно же к растрированию в автотипной (высокой и офсетной) печати частота идентична линиатуре растра, а амплитуда — это размер растровых точек. Таким образом,

традиционное растрирование можно представить как амплитудную модуляцию.

В отличие от традиционных автотипных растров, у которых центры точек разного размера расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, в частотных (или ЧМ) растрах большие точки заменены множеством мелких. Это дает, во-первых, хорошее восприятие полутонов благодаря отсутствию видимой регулярной растровой структуры и, во-вторых, плавную тонопередачу.

В традиционном фотографическом процессе, когда оригинал фотографировали на двухкомнатном репродукционном фотоаппарате с использованием проекционных или контактных растров, выполнить растрирование с помощью традиционного частотного растра было очень трудно, потому что трудно было получить качественную растровую точку (жесткую точку), а условия съемки подбирались опытным путем. Сейчас, при использовании компьютерных и лазерных технологий, этот процесс не вызывает особых сложностей. Однако технология частотного растрирования пока не находит того распространения, какое совсем еще недавно прогнозировали некоторые эмоциональные теоретики.

Электронные стохастические растровые структуры отличаются от традиционных частотных растровых структур тем, что имеют одинаковую форму и площадь растровых элементов по всему интервалу оптических плотностей изображения. Полутона создаются за счет изменения частоты структуры — изменения количества растровых элементов на единицу площади изображения в зависимости от оптической плотности участка растрируемого полутонового изображения.

При традиционном частотном растрировании точки демонстрируют скорее стохастическое (нерегулярное) распределение, нежели геометрически правильное расположение. Однако для растров, используемых в традиционном частотном растрировании, идеальное нерегулярное распределение нежелательно, потому что оно может создавать на участках, которые должны иметь равномерную плотность, визуальную заметный

шум — небольшие колебания плотности за счет скопления, флуктуации случайности.

Стохастическое распределение растровых точек обладает следующими преимуществами:

- хорошее восприятие полутона благодаря отсутствию видимой растровой структуры;
- плавная тонопередача из-за отсутствия сцепления точек углами;
- нет необходимости в повороте растровой структуры при многокрасочной печати;
- не возникает на оттиске дополнительных низкочастотных структур в виде розеток и муара;
- нет наложения двух периодических структур при сканировании оригиналов полиграфических оттисков (СМΥК – оригиналов) и, следовательно, меньше вероятность возникновения муара.

Наиболее важными параметрами при стохастическом растривании являются размер и форма растровой точки печатающего элемента. Если размер точки слишком большой, то растровая структура видна на оттиске. Если размер точки слишком мал, то возникают трудности при копировании фотоформы на формную пластину, а в печати возникают трудности при создании на оттиске мелкой насыщенной по красочности растровой точки, что особенно проблематично для немелованных и тисненых бумаг.

Например, для качественной газетной печати оптимальный размер пятна составляет 30-40 мкм.

Имеющиеся на сегодняшнем рынке растры для частотного растривания могут иметь различные характеристики. Для пользователя наиболее важны три из них:

- зависимость программы частотного растривания от устройства. Если зависит, то ее можно использовать только с одной определенной выводной системой, если нет, то фотоформы с частотно-модулируемым растром можно выводить на различных системах;

- возможность выбрать размер микроэлемента растра;
- заметность зернистости: случайное распределение точек обычно выглядит более зернистым, чем частично упорядоченное. Форма и расположение точек частотно-модулируемых растров определяются заложенным алгоритмом, и пользователь не может повлиять на него.

У стохастического растривания также есть свои преимущества:

- при сканировании не происходит наложения двух периодических структур, следовательно, уменьшается вероятность возникновения муара;
- точка не прикреплена к регулярной растровой сетке. Это предполагает непрерывное изменение уровня серого и, как следствие, более плавную передачу тона. Кроме того, при записи полиграфической растровой структуры нет взаимосвязи между частотой сканирования и количеством градаций (числом уровней серого).

Изготовление печатных форм и процесс печати оттиска

Наиболее важным этапом при воспроизведении изображений, полученных с помощью частотного растривания (традиционном или стохастическом), является подбор режимов процесса экспонирования при изготовлении печатных форм. Для того чтобы достичь оптимального качества, необходимо использовать шкалу для контроля изготовления печатных форм с микроштрихами (например, UGRA). Экспозицию следует выбирать таким образом, чтобы полностью воспроизводился штрих 8 мк. Хотя, с другой стороны, при таком размере штрихов могут возникнуть трудности при работе с пластинами позитивного копирования. Они нуждаются в индивидуальном подборе времени экспонирования, при котором достигается полное задубливание копируемого слоя и не происходит закопирования тонких

штрихов. Поэтому необходимо проводить пробное экспонирование, позволяющее определить правильную экспозицию для каждой конкретной партии пластин.

Зернистость растровых изображений при частотном растрировании заметна главным образом в интервале оптических плотностей, которым при регулярном растре соответствуют площади точек от 15 до 35 %. Ниже 15 % уровень серого слишком низок, чтобы демонстрировать визуальный шум, а в полутонах и тенях изображения шум виден слабее, потому что точечный рисунок постепенно замещается сцепленными точками.

Зернистость может быть подавлена, если выбрать малый размер пятна. Именно поэтому одни разработчики программ частотного растрирования рекомендуют относительно небольшие размеры точек, в то время как другие допускают большие их размеры. Однако ясно, что при малых размерах точек труднее вести технологический процесс, и с этой точки зрения больший размер все же предпочтительнее, например, для процесса печатания.

При печати на газетной бумаге зернистость не столь важна, как для мелованных бумаг, потому что сама структура волокна делает точку до некоторой степени нерезкой, подавляя, таким образом, зернистую структуру растра.

Воспроизведение одноцветных изображений

При воспроизведении одноцветных полутонных изображений способами высокой и офсетной печати вопрос использования регулярных или нерегулярных (в том числе стохастических) структур не имеет существенного значения. В зависимости от качества поверхности печатной бумаги, формной пластины и особенностей самого изображения можно отдать предпочтение той или другой растровой структуре. Но это уже мастерство, тонкости, а иногда и капризы исполнителя или заказчика. Существуют только два правила, которые необходимо соблюдать при выборе растровых структур.

Во-первых, чем грубее поверхность бумаги и подложки формной пластины, тем ниже должна быть линиятура регулярного растра и тем больше должна быть площадь растрового элемента стохастической структуры. В противном случае конечный результат непредсказуем.

Во-вторых, угол наклона линии регулярной растровой структуры относительно горизонтали изображения должен быть близок к 45°. Это затрудняет визуальное восприятие структуры растрового изображения на оттиске (глаз труднее прослеживает цепочки под наклоном, чем по вертикали и горизонтально) и тем самым положительно сказывается на восприятии изображения в целом.

Необходимо также обратить внимание и на то, что при использовании стохастического растрирования для воспроизведения одноцветных полутонных изображений форма растровых элементов должна быть близка к тем геометрическим формам, которые заполняют плоскость без остатка (например, прямоугольник, квадрат, шестиугольник). В противном случае самые темные участки на оттиске будут иметь просветы (нельзя будет получить плашку), что повлечет за собой возникновение потерь по контрасту и интервалу оптических плотностей. Оптическая плотность самого темного участка изображения из-за просветов на плашке будет ниже, чем та, которую можно было бы получить при использовании той же краски и такой же толщины ее нанесения на бумагу. При использовании стохастических растровых структур и хороших материалов (бумаги и краски) в условиях нормализованного технологического процесса качество изображения, полученного на оттиске, сравнимо с качеством фотографии.

При использовании регулярных растров качество снижается из-за заметного рисунка структуры, хотя при увеличении линиятуры он становится почти незаметным. Следует, однако, учитывать, что чрезмерная склонность к повышению линиятуры приводит к усложнению процесса изготовления фото — и печатных форм, а также и собственно печати, то есть к непредсказуемости конеч-

ного результата. Обычно используются следующие значения линиатур:

1) для бумаг с грубой поверхностью (газетная бумага, картон, переплетные материалы) — от 20 до 36 линий/см (от 50 до 90 lpi);

2) для книжно—журнальной продукции (мелованные и гладкие бумаги) — от 48 до 70 (80) линий/см или от 120 до 175 (200) lpi;

3) для работ с повышенными требованиями к качеству — до 100 (120) линий/см или 250 (300) lpi.

Для стохастического растра размер воспроизводимой растровой точки определяется опытным путем и зависит от структуры поверхности запечатываемого материала и подложки формной пластины, а также от возможностей копировального оборудования (равномерности освещенности, плотности контакта между фотоформой и формной пластиной).

Воспроизведение цветных полутоновых изображений

Особенности растровых структур наиболее отчетливо проявляются при воспроизведении цветных полутоновых изображений. Выбор структуры не так критичен при печати с использованием двух или трех печатных красок. При большем числе красок появляются вероятность возникновения муара.

Муар — видимые, визуально заметные, периодически повторяющиеся пятна (посторонний рисунок в виде сетки), полосы или линии (низкочастотная периодическая структура, повторяющая создающие ее одинаковые периодические структуры), возникающие при наложении двух или более периодических плоскостных структур (растровых изображений). Муар может возникнуть при неправильном выборе угла поворота раstra, при повторном репродуцировании растровых изображений (оттисков), при печатании на материале с регулярной структурой на поверхности. Муар может возникнуть иногда на части изображения при растривании, если эта часть имеет периодическую структуру. Этот муар полиграфисты часто определяют как сюжетный. Муар может быть также квад-

ратный и розеточный. Иногда его используют как оформительский элемент. Существует и способ муаровой фотографии для съемки предметов одинакового цвета, когда элементы имеют хотя бы небольшой рельеф.

При наложении двух и более регулярных плоскостных структур всегда возникает регулярная дополнительная структура с более низкой частотой, которая заметна глазу. Для трех структур еще можно выбрать такие углы поворота растровых структур между собой, чтобы возникавшая новая структура (муар, розетка) имела минимально возможную частоту, а для малоформатных изображений элементы муара выходили бы за пределы изображения. Для четырехкрасочной печати было найдено красивое решение: самый неблагоприятный угол наклона раstra был присвоен желтой краске как «слепой», нерисующей, и, таким образом, муаровая розетка осталась на оттиске такой же незаметной, как и при трехкрасочной печати. Растровые структуры четырех красок с углами поворота 0°, 15°, 75° и 45° и полученные розетки можно обнаружить на любой странице многоцветного журнала при помощи лупы.

До недавнего появления методов стохастического растривания только в литографии и фототипии, где использовались естественные нерегулярные структуры, можно было печатать без появления муара и розеток с использованием более четырех красок. Иногда число красок доходит и до 20: иными словами, чем больше красок использовано при печати цветных изображений, тем большее количество цветовых оттенков получено в итоге на оттиске, и тем точнее воспроизводится изображение оригинала при печатании.

Возникает вопрос: чем так хороши регулярные растровые структуры, если они создают проблемы с муаром и ограничивают количество красок? Почему их используют в девяти из десяти случаев печати полутоновых цветных изображений?

Регулярные структуры имеют одно очень важное достоинство — предсказуемость конечного результата, что очень важно как для заказчика, так и для поставщика услуг.

В зависимости от вида бумаги можно выбрать структуру с соответствующей частотой и формой элемента, а также проконтролировать воспроизводимость элементов на фотоформе, печатной форме и оттиске. На грубых поверхностях запечатываемого материала в плоской офсетной печати воспроизводятся растровые элементы в пределах от 5 до 95 %. Мелкие растровые элементы ниже 5% воспроизводятся ненадежно (возникает рваная сетка), но возможность передавать детали изображения в области диффузионных светов на уровне «да-нет» (без полутонов) остается. Как уже было ранее замечено, диффузионные света — самые светлые участки изображения, где детали только обозначены, без различимых полутонов. Полное отсутствие печатных элементов на оттиске офсетной печати допустимо только в зонах бликов, если они имеются на оригинале.

Нарушение регулярности растровой структуры в зоне минимальных растровых элементов (рваная сетка) является одним из факторов определения воспроизводимости растрового элемента или нарушения технологических режимов.

Регулярные или нерегулярные структуры. Что предпочесть?

Комбинации регулярных структур при печати многокрасочных изображений создают муаровые розетки, которые отрицательно сказываются на восприятии изображения. Однако при использовании регулярных структур конечный результат предсказуем, стабилен и контролируем. Такое утверждение неприменимо для традиционных растров с нерегулярной структурой и стохастических растров, элементы которых имеют не только разную форму, но и разную площадь на различных градационных уровнях.

Полиграфическое репродуцирование изображений — многозвенная и многофакторная система, часть факторов которой регулируется, а другая часть в процессе репродуцирования стабилизируется (не регулируется, а поддерживается на посто-

янном уровне). Когда на одну многофакторную систему накладывается вторая (а нерегулярные структуры — это, безусловно, многофакторная система), конечный результат становится менее прогнозируемым. С учетом того что мелкие растровые элементы присутствуют не только в светах, но и в полутонах изображения, и их воспроизведение менее надежно, чем крупных, надежность и стабильность технологического процесса воспроизведения становится проблемой. Необходимо учесть и то, что воспроизводимость мелких растровых элементов трудно контролировать. У регулярных структур невозможность мелких элементов имеет место только в высоких светах и глубоких тенях и оценивается по нарушению регулярности структуры.

Исходя из всего сказанного, можно ответить на вопрос: что предпочесть? Сегодня предпочтительны более надежные регулярные растры, несмотря даже на некоторое снижение качества вследствие того, что на оттиске структура различима невооруженным глазом. Решением этой проблемы может быть увеличение линиатуры и повышение требований к стабильности технологических режимов печати. Регулярная структура предпочтительна еще и потому, что она более традиционна.

При использовании стохастических растров резко ужесточаются требования к вакуумной и осветительной системам копировальных рам, зернистости подложки формных пластин, гладкости поверхности печатной бумаги и к нормированию процессов изготовления фотоформ, печатных форм и печати.

Идеальная растровая структура для полиграфии

Суммируя все изложенное, можно сказать, что идеальная растровая структура будет состоять из одинаковых по площади и форме растровых микроэлементов. В светах частота микроэлементов должна возрастать от нуля (блики на изображении в офсетной печати) до максимально возможно-

го при данной величине значения. Частота и величина микроэлементов определяют четкость передачи мелких деталей и контуров изображения. Максимальное количество деталей расположено, как правило, в светах и средних тонах изображения. В тенях частота структуры должна убывать, достигая нуля на самых темных участках (например, при создании черной плашки). В тенях появляются скопления элементов (в нерегулярных структурах), которые, соприкасаясь, создают агрегаты, что приводит к снижению частоты. Для снижения зернистости необходимо в полутонах ввести элемент регулярности растровой структуры.

Таким образом, можно утверждать, что идеальный растр в полиграфии имеет стохастическую структуру с элементами регулярности в полутонах, которая состоит из одинаковых по форме и площади растровых элементов, с переменной частотой — от нуля до определенной максимальной величины в светах, с интервалом частот в полутонах и с уменьшением частоты до нуля в тенях изображения на оттиске. Максимальная частота будет зависеть от площади и формы растрового элемента, которые определяются надежностью его воспроизведения на фотоформе, печатной форме и оттиске при использовании конкретных формных материалов, бумаги, печатного оборудования и способа печати.

Растровые элементы должны иметь одинаковую форму и площадь, воспроизводимые с максимальной надежностью, поскольку это стабилизирует растискивание точек на всех градационных уровнях. Круглая форма точки может показаться идеальной, так как обладает максимальной площадью при минимальном периметре и радиусе, что обеспечивает минимальное растискивание точки при печати. Но как быть с плашкой? Круглыми точками нельзя заполнить запечатываемую поверхность без остатка, следовательно, возможны потери контраста и максимальной плотности. Для этого больше подходит квадрат или шестиугольник, причем шестиугольник имеет меньший периметр при

одинаковой с квадратом площади. Таким образом, идеальная форма точки для идеального растра — это шестиугольник.

Следовательно, идеальной растровой структурой для полиграфии будет нерегулярная стохастическая структура с элементами регулярности в полутонах и с надежно воспроизводимой шестиугольной точкой постоянного размера и формы и частотой, переменной от нуля в светах до максимальной в полутонах, и снова до нуля в глубоких тенях изображения и плашках.

Учитывая сложности программирования при создании шестигранных симметричных растровых элементов, скорее всего, реальная растровая точка стохастического растра по форме будет близка к квадрату с усеченными углами — неправильному восьмиграннику.

Случайные штрихи и фотографическое качество

Стохастические структуры с одинаковыми по форме растровыми элементами, надежно воспроизводимыми на оттиске, должны получить широкое распространение при полиграфическом репродуцировании одноцветных и многоцветных изображений, особенно после широкого внедрения технологий CtP и HiFi-печати. Стохастические растры могут внести реальный вклад и в решение вопроса о создании надежной цветопробы (если цветопробные принтеры смогут работать со стохастическим растром так же, как и выводные устройства).

Что завтра?

Барьером на пути широкого внедрения стохастического растрирования является ненадежность воспроизведения элементов частотного растра и отсутствие надежной методики для оценки и контроля воспроизводимости элементов стохастической структуры по всему диапазону изменения оптической плотности изображения.

Однако, если задача поставлена и четко сформулирована, то ее решение становится лишь вопросом времени.

Особенности допечатных процессов для флексографии

Оптическая плотность фотоформы на участках, соответствующих будущим пробельным элементам, должна составлять 4,0D, и фотоформа должна иметь шероховатую поверхность для устранения воздушных пузырей между пленкой и формной пластиной в копировальной раме. Присутствие воздушных пузырей между фотоформой и формной пластиной в процессе копирования приводит к искажению печатающих элементов и к появлению на печатной форме кольца Ньютона.

Особого внимания требует выбор линииатуры раstra. С одной стороны, чем тоньше элементы изображения, тем больше должна быть линиятура. С другой стороны, высокая линиятура раstra сопровождается сильными графическими и геометрическими искажениями печатающих элементов.

Шершавый материал требует больше краски, давления и, следовательно, более грубого раstra. Для гладких пленок — наоборот. Наиболее распространенная линиятура раstra для печати на пленках в Германии — 48 линий/см, на лощеных бумагах — 36 линий/см, на нелощеных — 32-28 линий/см. Растр с прямоугольными или овальными, эллиптическими, точками (тем более линейчатый растр), иногда применяемыми в офсете, не годятся. Допустимы только круглые точки, иначе из-за разной деформации по-разному

ориентированных растровых точек возникнут большие цветовые искажения.

Линиатура анилоксового цилиндра должна быть в 3–5 раз выше линииатуры раstra печатной формы.

Анилоксовый цилиндр — валик (цилиндр, у которого диаметр намного меньше образующей) с выгравированной на его поверхности специальной растровой структурой порядка 120–180 линий/см с углубленными ячейками, посредством использования которых, например, печатную краску или лак наносят на печатающие элементы формы равномерным слоем постоянной толщины.

В любом случае растровая точка не должна погружаться в ячейку анилоксового цилиндра. Поэтому модное сегодня в офсете частотно-модулированное растрирование с использованием точек минимально возможных размеров дает в флексографии плохие результаты.

Чтобы минимизировать влияние раstra анилоксового цилиндра, углы поворота растров при изготовлении цветоделенных фотоформ во флексографии отличаются от принятых углов в офсетной печати. Угол поворота раstra анилоксового цилиндра определяет и комплект углов поворота растровых структур цветоделенных изображений. Выбор проводится по критерию минимизации мураровой структуры на оттиске. Как правило, углы в флексографии отличаются на 7^0 от величин углов в офсетной печати.



Глава 15

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИЗДАНИЯ К ПЕЧАТИ

Мир — это великолепное творение с огромным разнообразием ресурсов, доступных для нашего изучения и использования, если только мы сможем уделить достаточно внимания как их внешней стороне, так и глубинным моментам.

Ник Оуэн

Основные области применения

Сегодня полиграфические процессы и технологии невозможно представить без участия в них компьютерного обеспечения как программного, так и аппаратного. Компьютерные технологии прочно обосновались в дорецептурных, формных и печатных процессах. Отношение к ним противоречивое и неоднозначное. С одной стороны, технологии интенсивно автоматизируются, компьютеризируются, и человек постепенно вытесняется из производственного процесса, а с другой стороны, специалист-человек контролирует и управляет информационным рабочим потоком с помощью компьютеров и через программное обеспечение к ним. Программное обеспечение постоянно совершенствуется и становится еще более функциональным, более «интеллектуальным», но одновременно при этом оно делается все сложнее и сложнее. Поэтому программное обеспечение требует для себя и своего правильного функционирования огромных вычислитель-

ных ресурсов и мощностей, а также больших интеллектуальных усилий со стороны пользователя при его изучении.

Требования к обслуживающему персоналу в плане квалификации также возрастают. Вместе с тем конкуренция производителей программного обеспечения провоцирует их на непрерывные действия в плане развития и совершенствования программных продуктов, и они вынуждены постоянно предлагать пользователям и специалистам-полиграфистам новые версии и новые программные решения. Многообразие решений, которые сегодня предлагаются для использования в полиграфии, огромно по количеству, и тенденция его развития не знает границ. Области полиграфического сектора, зависящие от программного обеспечения, можно обозначить следующими процессами и технологиями: дорецептурные процессы, управление рабочим потоком, управление цветом, изготовление корректурной пробы и цветопробы, интернет-технологии, вывод и печать.

Структура этой связи показана на рис. 88.

В самом начале обсуждения этой непростой темы мы как авторы обозначим нашу позицию в отношении программно-го обеспечения. Оно всегда должно использоваться в производственных процессах по лицензионному соглашению, то есть программный продукт должен быть официально приобретен у фирмы-производителя или у тех, кто представляет ее интересы.

Почему так жестко поставлен вопрос?

Причин здесь несколько, но они, если вникнуть в их суть, многое могут объяснить. Прежде всего, официально приобретенное программное обеспечение предоставляет пользователям возможность оказать поддержку фирмам, его изготавливающим, что дает им дополнительный потенциал для его развития, совершенствования и поддержания на должном уровне как в техническом аспекте, так и технологическом. Таким образом, пользователи, в конечном счете, заботятся не только о программном обеспечении и о производящей его фирме, но и о самих себе в том числе. По лицензионному соглашению все пользователи получают техническую документацию, обучение, техническую помощь и поддержку от ведущих специалистов, то есть они получают информацию непосредственно из первоисточника. Такая организация взаимодействия через непосредственный контакт при работе с программным продуктом позволяет экономить много сил и времени при его эксплуатации, а также не нарушить авторские права фирм-производителей. Используя горячие линии связи, интернет-технологии и консультации специалистов можно многие конфликтные ситуации быстро устранить, а оператив-

ность решения проблем в полиграфии имеет огромное значение. Вследствие того, что программного обеспечения, используемого в отрасли, огромное количество, а также по вышеизложенным причинам авторы не будут его последовательно и детально разбирать и проводить сравнительный анализ на предмет, какое из них лучше, а какое хуже.

Авторы предлагают читателям несколько другую форму и схему его обсуждения.

Для наглядности и компактности представления программного обеспечения мы будем его анализировать в виде структурных схем. В этих схемах будут присутствовать все основные ключевые слова, необходимые для поиска и получения полной и исчерпывающей информации через специальную литературу и поисковые виртуальные машины в Интернет — и WEB — сетях на специализированных сайтах. Таким образом, авторы предоставляют пользователям творчески применить информацию и сделать осознанный выбор необходимого программного обеспечения в рамках создаваемого рабочего потока или предпринятых попыток усовершенствовать уже имеющийся процесс полиграфического репродукции. Эти блок-схемы помогут понять роль программного обеспечения и его место в производственном процессе, а также получить необходимую информацию для дальнейшего сравнения и анализа.

Программное обеспечение в допечатных процессах

На нынешний момент в допечатных процессах программное обеспечение используется как при наборе текста, так и на этапе ввода

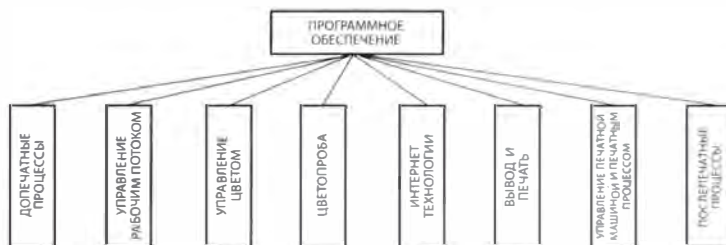


Рис. 88. Основные области применения программного обеспечения

информации при сканировании или через цифровую камеру. Также оно применяется при подготовке иллюстраций в виде полутоновых и штриховых изображений и на этапе макетирования и верстки полос издания. При этом необходимо помнить и об операционных системах управляющих компьютеров, которые поддерживают функционирование прикладных программ, и о программах для проверки файлов на входе и выходе допечатного процесса. Вся исчерпывающая информация в развернутом виде показана на рис. 89.

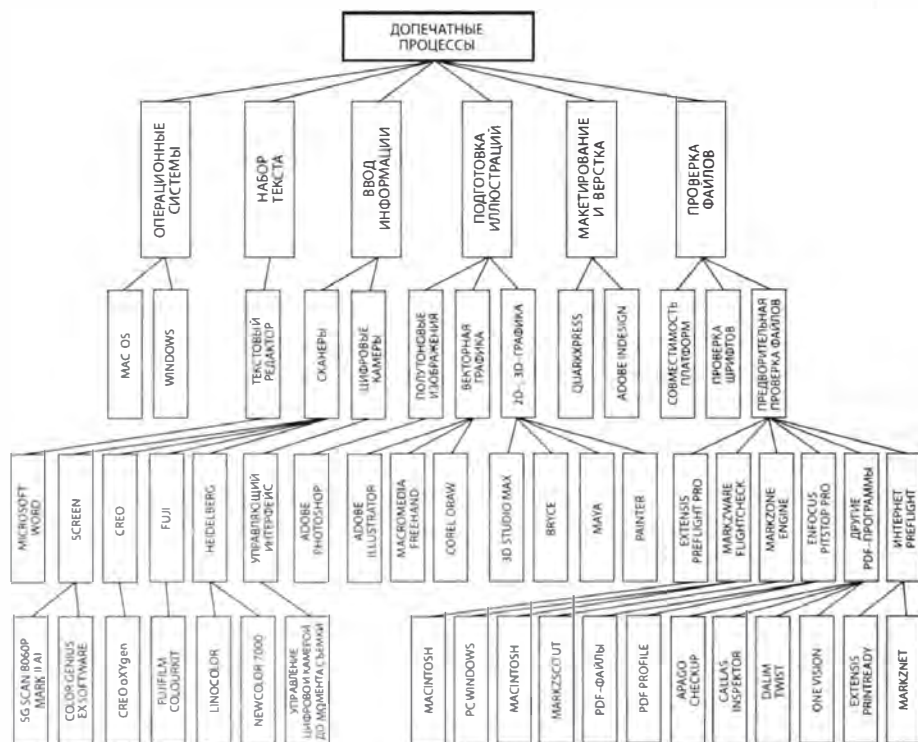
Системы управления рабочим потоком

Важнейшим атрибутом современной полиграфии стали цифровые технологии, что позволило внедрить в отрасли методы организации сквозного информационного рабочего потока. Большинство основных игроков

на полиграфическом рынке эти тенденции отследили и активно приняли участие в разработке и создании готовых программных решений для управления рабочим потоком. Однако по тем или иным причинам или соображениям они разделились в методах и подходах при решении вопросов управления в рабочем потоке.

С одной стороны, это связано с технологией растрования и устройствами вывода, с другой стороны — с внедрением технологии CtP и использованием PDF-технологий. Таким образом, технологии управления цифровым потоком разделились на PostScript-, PDF (NORM) -, ROOM-технологии. Если с PostScript-технологией все более или менее ясно и опыт работы, накопленный при эксплуатации программ PostScript-интерпретаторов, был большим, то с PDF-, ROOM-технологиями все было немного по-другому.

Приверженцы PDF-технологии были сторонниками открытых систем в полиграфии



и использовали в своих разработках открытую технологию Adobe Extreme, суть которой сводилась к тому, что PostScript-файлы и не только они программным образом нормализовались. В результате в них оставалась только информация, необходимая для допечатной подготовки. Вследствие этого нормализованные файлы можно было многократно растривать при выполнении различных операций вывода и печати на всевозможные устройства.

Сторонники ROOM-технологии придерживались более консервативных методов, которые некоторым образом характеризовались как закрытые системы, специально подготовленные для работы в конкретных допечатных процессах. Хотя некоторые системы все же предполагали кое-какую совместимость с PDF-технологией, но, как правило, такая возможность предоставлялась как отдельная опция. В идеологическом плане ROOM-технология предполагала, что файл в рабочем потоке растривается один раз на входе в поток или систему, а затем обрабатывается в виде битовой карты по мере надобности для конкретного устройства вывода и печати. Причем этим устройством может быть и устройство отображения, и устройство, выполняющее цикл проверок, и устройство пробы, CtF-, CtP-устройства. Однако цифровые данные при такой организации процесса обрабатываются в закрытых режимах, и изменить или усовершенствовать информационный поток либо очень трудно, либо просто невозможно. Хотя бытует мнение, что рабочий поток при такой организации обрабатывается надежно и качественно и вместе с тем быстро. Более детально и конкретно информация показана на рис. 90, где также представлены данные по перспективным и нестандартным технологиям в этой области.

Из схемы видно, что даже у крупных поставщиков программного обеспечения в этом секторе полиграфического бизнеса нет единого мнения по поводу методов и технологий в области управления рабочим потоком. Некоторые разработчики придерживаются сразу нескольких направлений и

предлагают одновременно разные решения как в области PDF-технологий, так и в области закрытых решений. Вместе с тем сейчас ведутся интенсивные разработки в области перспективных стандартов, таких, как CIP3, CIP4 и технологий на базе новых форматов — PPF, JDF, PDF/X-1A, PDF/X-3, TIFF/IT-P1 и некоторых других универсальных и более открытых форматов. Таким образом, сделать правильный выбор того или иного программного обеспечения для решения насущных проблем в сфере полиграфического бизнеса — задача непростая и требующая комплексного подхода при ее решении.

По нашему мнению, для того чтобы выбрать систему управления рабочим потоком, необходимо привлечь к обсуждению и принятию решения специалистов из различных секторов полиграфического комплекса. Иными словами, в этом процессе должны обязательно принять активное участие и технические специалисты в области сетевых и компьютерных технологий, и технологи по всем стадиям полиграфических процессов, а также экономисты и маркетологи.

Поскольку внедрение современных систем управления — это всегда привлечение огромных инвестиций, то и решения принимаются с большими трудностями. Конечно, можно организовать процесс без привлечения крупных инвестиций или силами отдельных программистов и системных администраторов. Вы даже наверняка решите некоторые проблемы. И, может быть, как-то организуете процесс прохождения информационного потока от стадии к стадии и построенного по принципам работы с «горячей» папкой и уровнями прохождения задач по «карточкам заданий». Однако вряд ли этот комплекс будет решать ваши задачи и задачи ваших клиентов с той же мобильностью, гибкостью и на том же должном уровне автоматизации процессов, как у специализированных систем управления. Более того, вам все равно необходимо будет привлекать денежные вложения для приобретения отдельных программных продуктов и аппаратного обеспечения, а также на содержание штата квалифицированных специалистов, поддержжи-

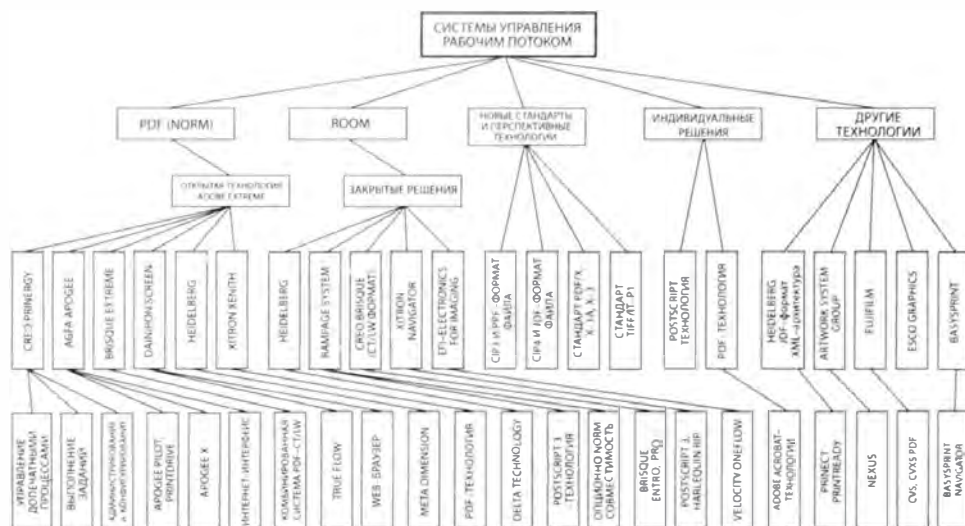


Рис. 90. Программное обеспечение для систем управления рабочим потоком

вающих работу этого комплекса. Поскольку это техническое решение будет в некотором роде индивидуальным (частным), то возникнет опасность оказаться в зависимости от этих специалистов. И не факт, что в итоге такое решение окажется дешевле, чем у фирм, специализирующихся на разработке подобных программных продуктов и их поддержке, сопровождении в процессе эксплуатации при репродуцировании.

Программное обеспечение для управления цветом

Другой важнейшей областью применения программного обеспечения в полиграфии является процесс управления цветом. В прежние времена в полиграфических процессах использовались только закрытые системы или системы, которые можно было считать «условно» закрытыми. Тогда постоянно использовались одни и те же устройства ввода и вывода информации соответственно. Очень часто они были объединены в одном устройстве, например, сканирование и вывод на фотоформу. Иногда, используя опыт и квалификацию специалистов, и за счет методов последовательного приближения удавалось сделать систему замкнутой. Сегодня

другие времена, и принцип открытых систем и технологических процессов в полиграфии практически не имеет альтернативы. Поэтому пересчет цветовой информации из пространства устройства ввода в пространство устройства вывода — это главная тема, над которой работают системы управления цветом и создающие их специалисты.

Так как устройств ввода-вывода огромное количество, а модели цветового пространства соответствуют их возможностям и аппаратно-зависимые, то вопросы согласования цвета между ними приобрели первостепенное значение. Решение вскоре было найдено — оно оригинально по сути, а идея «проста» по воплощению. Тем не менее видимая простота решения и открытость стандарта и спецификаций не способствовали быстрому внедрению этой технологии в полиграфической отрасли. Однако другого пути нет и не будет, поэтому в ближайшем будущем эта технология станет еще интенсивнее развиваться и внедряться во все технологические процессы, устройства ввода-вывода, а также в измерительные и контролирующие комплексы, работающие по цифровым технологиям.

Специалистам хорошо известно, что физически каждое устройство индивидуально

по своим свойствам и характеристикам, поэтому все устройства ввода – вывода работают с цветом в соответствии со своими индивидуальными возможностями. Следствием этого является то, что у них и цветовой охват разный — он у них индивидуальный и другой. При всем том заказчикам и специалистам всегда необходимо только то, чтобы каждый раз один и тот же цвет «одинаково» или психологически точно воспроизводился на каждом устройстве, работающем с цветом. Поэтому была предложена идея согласования цифровых данных о цвете через простую схему: профиль устройства ввода — универсальное цветовое пространство согласования профилей — профиль устройства вывода.

Здесь сразу же, как нам кажется, необходимо сделать одно очень важное замечание.

Профиль каждого устройства ввода, отображения или вывода — это всегда мгновенный слепок, маска цветовых свойств и характеристик устройств. Он характеризует и описывает возможности устройства представлять цифровые данные о цвете в конкретных условиях, в данный момент време-

ни, в установленном пространстве — иного не дано. А вот согласование профилей устройств ввода – вывода осуществляется с помощью специальных математических методов СММ (например, интерполяции), которые выполняют пересчет цветовых координат цвета и преобразование RGB – CMYK через специально созданное для этого универсальное цветовое пространство согласования профилей PCS (например, XYZ, CIE L*a*b* или им подобные). Более подробно об этом можно прочитать в других главах данной книги, а мы вернемся к программному обеспечению по управлению цветом. На рис. 91 показана структурная блок-схема, которая отображает основные тенденции и главных поставщиков услуг в этой области программного обеспечения.

Мы намеренно не показали здесь основных разработчиков измерительных средств и программного обеспечения к ним для получения профилей устройств ввода–вывода, так как для произвольной системы управления цветом они могут быть своими и конкретно рекомендованными в целях оптимальной работы системы управления в

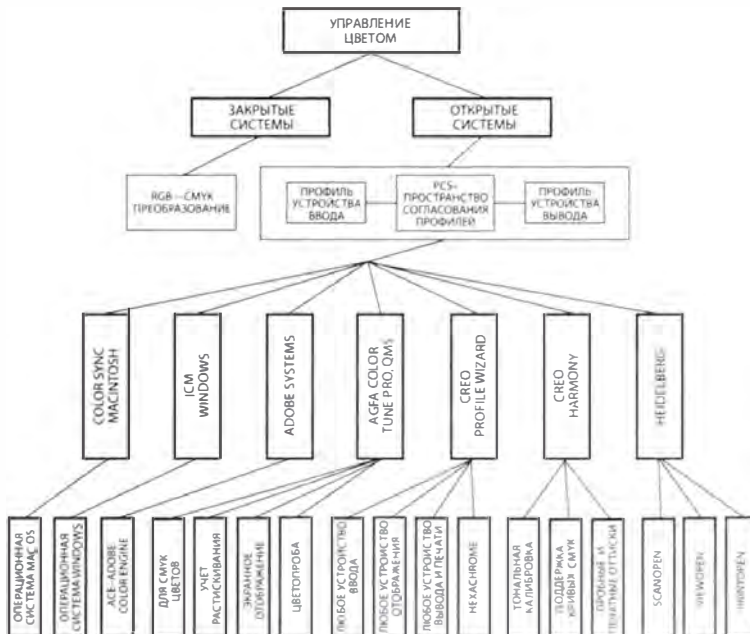


Рис. 91. Программное обеспечение для управления цветом

целом. Хотя, как правило, основные системы управления цветом поддерживают внушительный список устройств и измерительных комплексов.

Ответственного заказчика всегда интересует ответ на один и тот же вопрос: как будет выглядеть цвет на оттиске в отпечатанном издании? По этой и другим причинам в полиграфии использовали специальные устройства, которые были призваны для имитации процессов печатания.

Программное обеспечение для устройств цифровой цветопробы

В разные времена эти устройства назывались по-разному, но суть их и назначение оставались одними и теми же. Такие машины назывались цветопробными устройствами или кратко цветопробами. Когда-то для этих целей использовались пробопечатные станки или даже печатные машины для изготовления машинной пробы, затем — аналоговые цветопробы, а сегодня все больше — цифровые цветопробные устройства. Цветопробный оттиск, который заказчик согласен подписать в качестве эталона или образца цвета для печати, называется контрактной цветопробой.

Сегодня очень трудно или почти невозможно получить «контрактную» цветопробу на пробопечатном станке (на тиражной бумаге и теми же красками) по разным причинам. Во-первых, этих устройств практически нет в производстве или осталось очень мало, во-вторых, оттиск, полученный таким образом, будет намного дороже, чем полученный с помощью других и более современных технологий. Представителю заказчика можно, конечно, предложить получить пробный оттиск на печатной машине в той же типографии, где будет выполняться тираж, но цена такой работы станет несоизмеримо высока.

Как по этой причине, так и вследствие того, что практически все современные типографии перешли или переходят на технологию CtP, то есть на цифровую технологию

без изготовления аналоговых фотоформ, то и аналоговую цветопробу при таком подходе делать как бы ни к чему. Хотя еще по привычке в типографии только ее и считают наиболее достоверной и правильной пробой или эталонным оттиском. Вместе с тем на сегодняшний день самыми распространенными цветопробами де-факто стали цифровые устройства цветопробы. Одни из них более совершенны в плане имитации условий печатания, другие — менее, но все они работают по цифровым технологиям. Некоторые типографии и полиграфические комплексы, которые недавно перешли на технологию CtP или только находятся в стадии перехода, отказываются принимать в качестве эталона или образца цвета цифровую цветопробу, но это временное явление.

Современные цветовые союзы, институты и международные организации регулярно публикуют ежегодные отчеты по результатам тестирования подобных цветопробных устройств, которые обсуждаются в открытых дискуссиях на специализированных форумах в Интернете и в официальных документах таких организаций, как FOGRA, bvdn, ECI. По результатам таких тестирований и была составлена блок-схема, показанная на рис. 92, основных производителей цифровых цветопробных устройств и программного обеспечения к ним, управляющего их работой.

Как бы это ни показалось для вас странным, но дискуссию о цветопробных устройствах на тему, какое из них лучше подходит или совсем не подходит для использования в качестве цветопробного устройства в донепечатных процессах, спровоцировала фирма DuPont. В 1994г. она предложила в качестве альтернативы своему аналоговому устройству Cromalin совсем другую цветопробу: это устройство работало по цифровой технологии непрерывной струйной печати и называлось Digital Cromalin. Инициатива была поддержана фирмой Scitex, которая выпустила цифровые устройства струйной печати Iris2Print, Iris4Print. Спустя некоторое время предложения посыпались как из рога изобилия, и разные производители предлагали

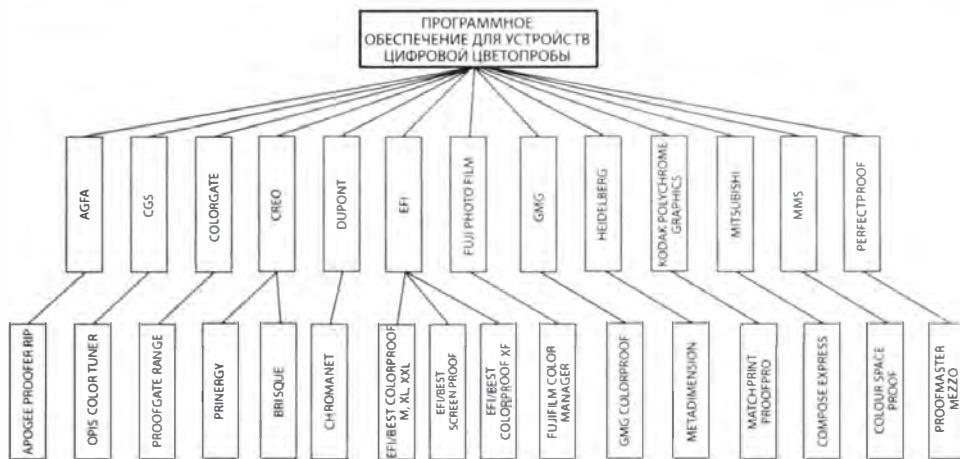


Рис. 92. Программное обеспечение для устройств цифровой цветопробы

уже совершенно разные цифровые устройства пробы, которые позиционировались как цветопробные устройства корректурной и контрактной цветопробы. Эти устройства работали как по струйным ноу-хау, так и по совершенно иным технологиям.

К наиболее ярким представителям этих других способов имитации процессов печатания относятся следующие устройства и технологии: устройства с тонкослойным термопереносом и лазерной сублимацией, с лазерным переносом и термоэкспонированием инфракрасными лучами. Также предлагались цифровые устройства, работающие по технологиям с твердыми красителями, и термовосковые цветопробы. Несмотря на жесткую конкуренцию в этом секторе полиграфического оборудования, пальма первенства постепенно склоняется в сторону сторонников струйной технологии. Сегодня цифровые струйные устройства цветопробы наиболее востребованы в качестве полутоновой пробы, имитирующей процесс печатания в допечатных процессах как для отдельной полосы, так и для спуска полос при односторонней или двухсторонней печати. И только в секторе цифровых растровых систем с полной имитацией растровой структуры, запечатываемого материала, условий печатания, красок, цветовых стандартов конкуренция все еще продолжается, и результат этой борьбы трудно предсказать.

При всем том, по мнению авторов, точная имитация растровой структуры — это не панацея от всех проблем, это лишь один из многих факторов, влияющих на качество пробы. А вот использование RIP-устройства и механизма растрирования цифровых данных при изготовлении цветопробы, идентичного, совместимого или полностью интегрированного с формными процессами, в большей степени является определяющим аргументом при выборе цифрового цветопробного устройства. Конечно, форма растровых элементов важна, но RIP-совместимость важнее. Поэтому многие фирмы, производящие программное обеспечение для цифровых цветопроб, все в большей степени отходят от закрытых решений, форматов и алгоритмов растрирования. Они стараются предлагать универсальные решения и программные продукты, работающие с устройствами разных производителей и конкурентов в том числе. Как по этим, так и по другим причинам, мы не отобрали на рис. 92 конкретные устройства цифровой цветопробы — иначе схема стала бы очень сложной и трудной при восприятии.

Информационный обмен

Совсем еще недавно важнейшим подразделением в любой полиграфической организации была служба доставки информационных

материалов и сообщений, или курьерская служба. Все материалы курьеры доставляли либо в аналоговом виде (бумажные носители, фотоформы, аналоговые цветопробы) или в электронном виде на дискетах, жестких дисках, оптических и магнитооптических дисках и на CD-, DVD-носителях. Этот способ информационного обмена на многих предприятиях существует до сих пор, но постепенно все больше стали использоваться для этих целей универсальные возможности интернет-технологий. «Сеть» и сетевые достижения изменили коренным образом наш привычный способ общения между собой, а также наше взаимодействие с внешним и окружающим нас миром.

Датой рождения интернета считается 1 января 1983 года, когда был осуществлен переход сети ARPANET на протокол TCP/IP. Однако этому событию предшествовала напряженная работа огромных коллективов ученых и исследователей, которые еще в 1969 году создали первую сеть ARPANET в рамках проекта министерства обороны США. Первая сеть соединила три крупных учебных заведения штата Калифорния и один университет штата Юта. Официальны-

ми создателями Интернета считаются Винтон Грей и Роберт Е. Кан.

Между тем необходимо упомянуть такие имена, как Ванневар Буш, Тед Нельсон, Дуг Энгельбарт, работы которых оказали огромное влияние на создателей интернета и WEB в дальнейшем. В рамках проекта ARPANET в 1971 году Рей Томлинсон создал систему SNDMSG, которая позволила обмениваться электронными сообщениями через почтовые ящики. Новое изобретение позволило ему послать электронное сообщение на адрес, зарегистрированный на другом компьютере: так появились электронная почта и первый сетевой адрес под именем `tomlinson@bbn-benexa`.

По прошествии 20 лет в 1991 году в швейцарском институте CERN Тим Бернерс-Ли осуществил запуск WWW (WEB, W3) на компьютерах CERN, а спустя несколько месяцев произошло подключение в «Сеть» и был открыт первый WEB-сервер.

Такова примерно хронология событий, которая создала все предпосылки для использования интернет-технологий как в повседневной жизни, так и в науке, технике, на производстве и в полиграфии в том числе.

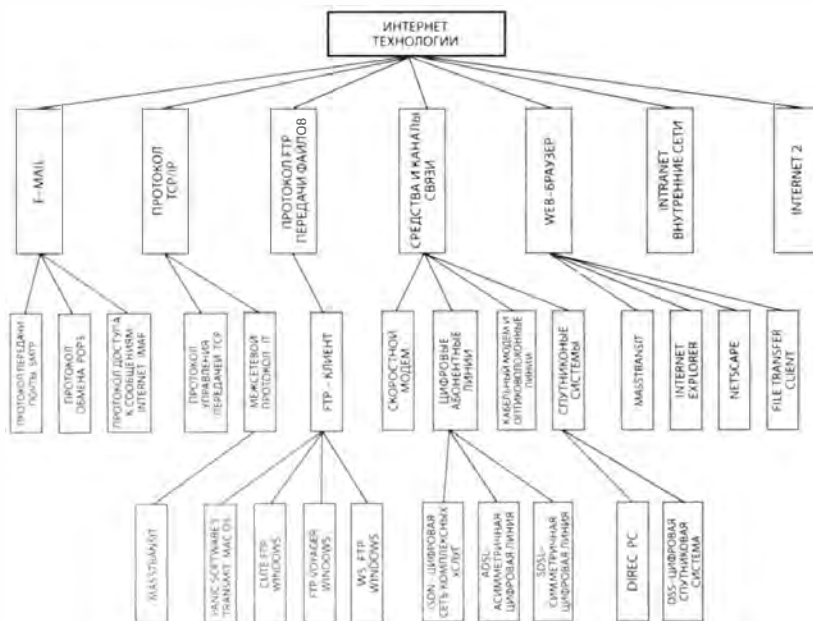


Рис. 93. Основные программы, средства и каналы связи интернет-технологий

На схеме, показанной на рис. 93, мы постарались отобразить некоторые основные программы, технологии, средства и каналы связи, которые можно использовать в полиграфии для отправления и получения различных видов информационного сообщения, а также для организации полноценного взаимодействия при информационном обмене.

Интернет-технологии обладают огромным потенциалом возможностей в области информационных технологий. Эти ноу-хау с самого начала создавались для того, чтобы изменить общение и взаимодействие людей, процессов и технологий, сделав их свободными, мобильными, оперативными и информационными.

Однако рассматривать интернет-, WEB-технологии как некоторое альтернативное средство, заменяющее курьерские службы, было бы неправильно, так как потенция интернет-технологий значительно шире и функциональнее последних.

В свете развития в полиграфии технологий рабочего потока мы обращаем внимание специалистов на возможности использования сетевых технологий для интегрирования их с полиграфическими технологиями рабочего потока в целях использования для управления, контроля и обмена информационными цифровыми данными. Возможности здесь для сотрудничества и взаимодействия очень большие. Это — прежде всего общение с заказчиком и с поставщиком услуг, обмен цифровыми данными (текстовые сообщения, файлы больших и малых объемов) и согласование, контроль прохождения информационных потоков, работа с удаленным доступом и получение оперативной информации, а также быстрое исправление допущенных ошибок и внесение последних исправлений. Интеграция рабочего потока с интернет-технологиями уже началась и дает ощутимые преимущества и дивиденды как клиентам, так и исполнителям. Перспективы, которые открываются в результате взаимодействия этих технологий, не знают ограничений, так как перед полиграфическими предприятиями открываются широкие возможности.

Издательские и полиграфические фирмы уже сегодня имеют широкий спектр возможностей для создания единого рабочего пространства, которое будет функционировать в режиме реального времени, прямого доступа и обмена файловой информацией.

Вывод и печать

Время ручного монтажа полос, спуска полос безвозвратно уходит в небытие или почти ушло, так как большинство современных полиграфических комплексов благополучно перешли на технологию CtP или находятся в стадии ее освоения. Некоторые специалисты называют технологию CtP революцией, другие — эволюцией, но этот спор имеет скорее философский характер, чем технический или технологический.

Важно, прежде всего, то, что производительность труда резко возросла, и ошибок стало меньше, а качество полиграфических работ в результате этих изменений только выиграло. Хотя есть, конечно, и негативная сторона у этих CtP-нововведений, так как штаты отделов допечатной подготовки резко сократились. Основные же требования к технологическим стадиям, связанным с треппингом, спуском полос, растрованием, принципиально не отличаются сильно от требований, которые соответствовали выводу полос и/или спуска полос при технологии FtP на фотоформу. Постепенно это технологическое звено было устранено из процесса, а вместе с ним и присущие ему проблемы. Зато появились новые понятия и технологии, такие, как PDF (NORM), ROOM, связанные с рабочим потоком и управлением при выводе на печатную форму и процессе печатания.

Поскольку за последние 20 лет компьютеры сильно изменились как по быстродействию, так и по функциональным возможностям вместе с аппаратными характеристиками и программным обеспечением, то практически все операции по подготовке издания к выводу и печати выполняются операторами на компьютерах и

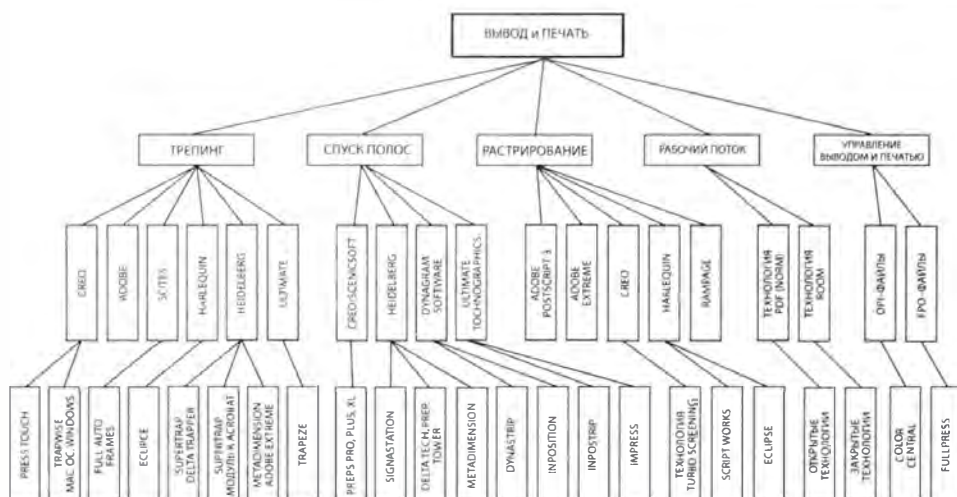


Рис. 94. Программное обеспечение, используемое для вывода и печати

с помощью «интеллектуального» программного обеспечения. Все многообразие программных средств, которое применяется в отрасли для этого вида работ, описать практически не представляется возможным, но основное программное обеспечение авторы постарались показать на рис. 94.

В свете принятых ранее договоренностей мы ранжировали программное обеспечение тематически и на схеме показали с точки зрения основных его поставщиков. Не вдаваясь в технические подробности, авторы рекомендуют обращаться за непосредственной информацией к производителям программного обеспечения, их представителям, а также к системным интеграторам, которые обеспечат полную совместимость этих средств в рамках существующего рабочего потока на полиграфическом предприятии. Как правило, программные средства, управляющие рабочим потоком, содержат в пакете обеспечения достаточно большое количество функций, связанных с данным этапом полиграфических работ, или их опционально можно подключить в будущем.

Программное обеспечение, необходимое для управления печатной машиной и про-

цессом печати, как правило, предоставляет-
ся пользователю производителями печатных
машин. То же самое относится и к програм-
мному обеспечению, которое используется
для управления послепечатным оборудова-
нием и аналогичными процессами.

В завершение обзора по программному обеспечению, которое используется для подготовки издания к печати, мы обращаем внимание специалистов на некоторые важные моменты. Прежде всего, этот сектор полиграфического бизнеса постоянно находится в движении: меняются версии программного обеспечения и поставщики услуг, но, как правило, не изменяются названия программных продуктов — что уже хорошо само по себе. Поэтому у вас есть шанс найти его и осознанно выбрать, а также применить в сфере своей профессиональной деятельности. Великий Ганди как-то сказал, обращаясь к человеку: "...ты должен быть изменением, если хочешь видеть мир". Эти слова могут быть прекрасным напутствием для специалистов, работающих с программным обеспечением и использующих компьютерные технологии в любой области деятельности человека и в полиграфии в том числе.



Глава 16

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПЕЧАТНОГО ИЗДАНИЯ К ТИРАЖИРОВАНИЮ

Есть две главные стратегические ошибки — поспешить, выступив раньше, чем настанет благоприятный момент, и промедлить, упустив его.

Пауло Козльо

Актуальность

Оценить качество изготовления цветodelенных форм на просвет с помощью «лампочки Ильича» или довериться при печати мастерству и цветовому ощущению печатника, конечно, можно (по бедности или неопытности), но никакой гарантии, что вы получите качественный тираж, а не макулатуру, при таком подходе нет. Как тогда понять, на каком технологическом этапе была допущена ошибка?

Проведение контроля качества в процессе полиграфического репродуцирования — не только очень актуальная задача, а необходимая часть технологического процесса. Контроль качества на всех этапах полиграфического процесса позволит установить обратную связь между технологическими процессами получения печатного издания.

Условно контроль качества репродуцирования можно разделить на четыре этапа, которые обеспечивают соблюдение техно-

логии при решении задач многокрасочного воспроизведения иллюстрации. Структурная схема контроля качества технологических процессов показана на рис. 95.

Достоверность выбранных критериев, технологичность и объективность методов оценки качества позволяют технически верно организовать моделирование процессов, а также в случае необходимости оперативно вмешаться в производственный процесс. Тенденция развития технологий, средств контроля и компьютерная экспансия таковы, что объективность и независимость оценки становятся главным условием выбора методики при оценке качества полиграфической продукции. Методическое назначение проведения контроля качества заключается в том, чтобы сделать полиграфический процесс технологически управляемым и стабильным, а качество полученного оттиска — более предсказуемым.

Практически процесс контроля качества можно представить следующим образом:

- визуально-оптический контроль (субъективная составляющая);
- инструментальный контроль (объективная составляющая);
- автоматизированный цифровой контроль (объективная составляющая).

Перечисленные составляющие контроля практически присутствуют на всех этапах полиграфического воспроизведения и производства. В зависимости от оснащённости производства смещаются лишь акценты. Визуально-оптический контроль требует хорошей профессиональной подготовки персонала и не требует затрат на приобретение средств контроля и измерения. Однако заказчику это безразлично, зато из-за индивидуальности цветового восприятия оттиска в издании при сдаче-приёмке тиража очень часто возникают трудности. Использование инструментального контроля с применением денситометров, спектрофотометров, спектроденситометров в значительной степени снижает напряжённость при приёмке-сдаче тиража, так как всегда можно контроли-

ровать показания приборов при измерении шкал оперативного контроля на соответствие действующим полиграфическим стандартам. Без инструментальной поддержки трудно рассчитывать на точность передачи цвета в соответствии с выбранным стандартом (Eurostandart — точная передача полутонов, SWOP — яркость и насыщенность тонов, Тоуо — спокойный и «пастельный» характер цветового воспроизведения).

Инструментальные методы контроля и оценки качества в значительной мере дискретны, длительны по времени. К тому же они не могут в полной мере обеспечить оперативное управление и координирование современного полиграфического производства. Внедрение в полиграфию сетевых подходов и решений (печатная машина — периферийное устройство локальной сети), а также технологическое совершенствование и структурное изменение (сокращение) звеньев процесса воспроизведения (CtP, CtPr) меняют подход к контролю и оценке качества. Процессы контроля все более компьютеризи-



Рис. 95. Контроль качества при воспроизведении



Рис. 96. Контроль и оценка качества

руются и автоматизируются, благодаря чему в производство все активнее внедряются автоматические средства измерения, а также сетевые цифровые системы (комплексы) управления, позволяющие производить глобальный контроль всех стадий и фаз процесса. Внедрение электронных комплексов позволяет оперативно вмешаться в производственный процесс в точно определенном месте.

Цифровой ввод и подготовка иллюстраций к печати — это сложный и параметрически многофункциональный процесс. На качество цветовоспроизведения в допечатном процессе влияет большое количество внешних процессов и условий. Чтобы адекватно управлять процессом полиграфического воспроизведения, необходимо иметь гибкую обратную связь с каждым последующим технологическим процессом. Граничные условия II рода — это параметры, позволяющие правильно воспроизвести и обеспечить необходимые и достаточные условия для процесса цветовоспроизведения при репродуцировании.

К граничным условиям II рода для процесса оцифровки изображения и подготовки к печати мы относим следующие параметры:

- технологические требования к оригиналу;
- требования производства (формный и печатный процессы, запечатываемый материал);
- контроль и оценка качества материалов, полуфабрикатов и конечного продукта;
- квалификация персонала;
- условия труда и отдыха персонала.

Изменение технологической концепции в полиграфическом воспроизведении, «оцифрованное» мышление и сетевой подход к решению полиграфических задач способствуют

сокращению многозвенности полиграфического процесса, сближению во времени его «начала» и «конца» — оригинала и оттиска. К сожалению, растущая доступность средств ввода информации и компьютерных технологий порой формирует у заказчика неправильное представление об используемых в полиграфии оригиналах. Заказчик ошибается, когда считает, что цифровая обработка иллюстративной информации может сделать из любого оригинала качественную иллюстрацию. А это не совсем так! Оригиналы для качественного полиграфического воспроизведения должны тщательно подготавливаться, подбираться и удовлетворять требованиям технологического процесса.

Оригиналы, используемые в полиграфии, рассмотрены в главе 8.

Основным техническим требованием для всех оригиналов является отсутствие дефектов, которые мешают восприятию изображения или искажают сюжетные детали иллюстрации.

Большое многообразие и отличие оригиналов по виду, изготовлению, форме, материалам, красителям предполагает, что выбор и контроль качества оригиналов для репродуцирования должен осуществлять специально подготовленный и имеющий общее представление о технологическом процессе персонал. В своей работе по приемке и контролю качества оригиналов он должен руководствоваться требованиями отраслевых стандартов и ГОСТов (например, ОСТ 29.106-95).

Результаты контроля желательно отображать в техническом паспорте оригинала. При работе с оригиналами необходимо соблюдать технологические правила по хранению, перемещению, эксплуатации и транспортированию.

При оцифровке оригиналов необходимо учитывать, как будет использоваться цифровая иллюстративная информация на этапе получения аналоговых цветоделенных фотоформ, печатных форм. Имиджсеттер (фотонабор, ФНА) после интерпретирования и растривания преобразует цифровую информацию в аналоговую форму в виде печатных и пробельных элементов. Причем процесс вывода цветоделенных фотоформ в зависимости от технологии получения печатных форм может быть негативным или позитивным.

Для каждого типа технологии характерно свое поведение копировальных свойств печатных элементов. Так, при позитивном процессе получения печатных форм растровая точка при копировании уменьшается примерно на 2-3 %, а при негативном процессе увеличивается до 3 %. Учитывать это необходимо, поскольку важнейший элемент печати — *растискивание* — определяется в зависимости от относительной площади растрового элемента фотоформы.

Растискивание — это оптико-механический параметр, зависящий от технологии, бумаги, формного процесса, печатной машины, и в упрощенном виде представляющий собой разность относительных площадей печатных элементов оттиска и его растрового аналога на фотоформе. Именно этот параметр является в полиграфическом процессе наиболее сложным и плохо предсказуемым.

В соответствии с международным стандартом ISO 12647-2 (1996) и рекомендацией BVD/FOGRA в печатном процессе рекомендуется придерживаться следующих значений:

бумага мелованная глянцевая,			
офсетная листовая печать с увлажнением:			
S=40 %	C, M, Y	—	16±3 %
	K	—	19±3 %
S=80 %	C, M, Y	—	12±2 %
	K	—	14±2 %
бумага мелованная матовая,			
офсетная листовая печать с увлажнением:			
S=40 %	C, M, Y	—	16±3 %
	K	—	19±3 %
S=80 %	C, M, Y	—	12±2 %
	K	—	14±2 %

бумага немелованная,			
офсетная листовая печать с увлажнением:			
S=40 %	C, M, Y	—	22±3 %
	K	—	25±3 %
S=80 %	C, M, Y	—	16±2 %
	K	—	18±2 %

Суммарное изменение площади растровых элементов в формном и печатном процессах необходимо учитывать при выполнении цветоделения на этапе оцифровки или при выполнении перехода из цветовой модели RGB в CMYK в программе обработки изображений (например, Adobe Photoshop).

Попытка учета суммарного изменения площади растровых элементов при обработке изображений в цветовой модели CMYK (т.е. после выполнения операции преобразования из RGB в CMYK) не меняет параметры цветоделения, а лишь влияет на отображение иллюстративной информации на мониторе, имитируя, таким образом, процесс печати без изменения информации в цифровом файле. Необходимо отметить, что значения растискивания по триаде цветных красок всегда должны быть одинаковы. Величина растискивания по черной краске всегда выше значений по триаде красок. Нарушение данного правила приводит к изменению цветопередачи на оттиске (происходит нарушение баланса по серому).

При оцифровывании иллюстративной информации средствами устройств ввода или выполнении цветоделения в программе обработки и подготовки изображения к печати учитываются также следующие параметры:

- спектральная чистота триады красок;
- максимальная сумма триады красок в процентах по CMYK на оттиске;
- максимально допустимое количество черной краски на оттиске в тенях;
- минимальное и максимальное значения воспроизводимой растровой точки на формном и запечатываемом материале;
- технология цветоделения — вычитание или генерация черной краски;
- воспроизведение баланса серого по градициям серого триадой красок;
- тиражная бумага;

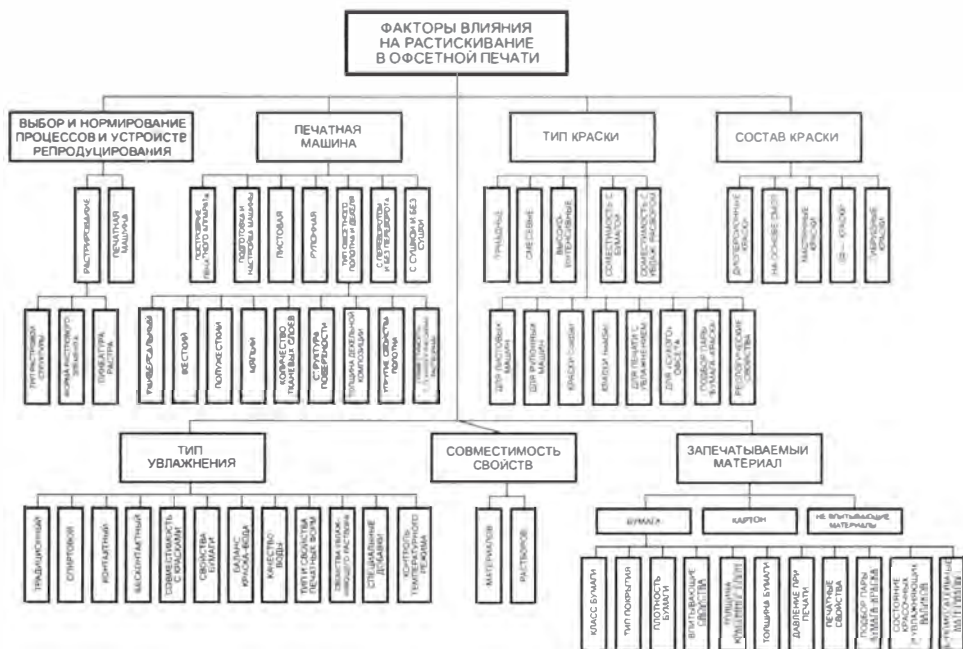


Рис. 97. Факторы влияния на растискивание в офсетной печати

- тип печатной машины.

Учет растискивания при выполнении операции цветоделения — это один из самых трудных и непредсказуемых моментов при задании параметров, участвующих в процессе преобразования RGB – CMYK. Факторов, влияющих на растискивание, огромное множество, поэтому на рис. 97 мы показали лишь небольшую их толику. Более того, на схеме показаны лишь в основном группы причин, оказывающих ключевое влияние на столь важный критерий.

Приступая к реализации полиграфического проекта, необходимо ясно представлять весь технологический цикл полиграфического репродуцирования издания. А организованное взаимодействие предприятий-поставщиков (дизайн-центр, сервис-бюро, репроцентр, типография) является залогом успеха при воплощении полиграфического проекта. Гибкая обратная связь, согласованность действий, обмен техническими и технологическими требованиями позволяют избежать ошибок и брака при подготовке и печати издания. Стабилизировать и стандартизировать полиграфи-

ческий процесс позволяет согласованность устройств и процессов, участвующих в репродуцировании, через применение профилей устройств ввода (сканер), отображения (монитор, видеокарта), а также формного и печатного процессов.

Цветопроба и пробная печать

А. Шёнберг, рассуждая о цвете, говорил, что важен цвет не «красивый», а выразительный, в созвучии выразительный цвет. Для этого, и нетолько, предназначена пробная печать и цветопроба. Она важна как для художника, дизайнера, так и для технолога и печатника.

Цветопроба — получение контрольного цветного изображения на материальном носителе или на цветном экране видеотерминального устройства. Различают аналоговую (растровую), полутоновую (цифровую), растровую (цифровую) и экранную (видеопробу) цветопробы.

Экранная цветопроба (видеопроба) — изображение, полученное в интерактивном режиме на экране видеотерминального устройства. Этот вид цветопробы

позволяет наиболее оперативно получать информацию о качестве обрабатываемого изображения. Видеопроба предназначена для контроля и визуальной оценки цветовых, градационных и геометрических характеристик изображения непосредственно после сканирования (предварительного или окончательного) и в процессе его обработки до изготовления фото — или печатной формы.

Для получения качественной видеопробы прежде всего нужно откалибровать монитор так, чтобы изображение на экране выглядело так же, как и на оттиске. Причины возможного несоответствия изображений кроются в том, что сопоставляются два цветных изображения, сформированных разными способами синтеза цвета. На экране монитора цвета получают аддитивным синтезом (RGB), а на оттиске — субтрактивно-аддитивным синтезом четырех печатных красок (СМΥК). Кроме всего этого, на цвет оказывает влияние еще ряд факторов печатного процесса.

Поскольку в настоящее время существует множество средств получения цветопробы, каждое из которых по-разному передает цвета при создании изображения, необходимо создание профиля для каждого устройства пробы. Исходя из технологических и издательских аспектов, все цветопробные устройства можно ранжировать и представить в виде единой блок-схемы, которая показана на рис. 98.

Профиль устройства — это совокупность величин значащих для конкретного технологического процесса параметров, описывающих и полно характеризующих данное устройство. Качество воспроизведения цветов оценивают, используя тестовое изображение, а отклонение полученных результатов от стандарта описывается цветовым профилем. Такие профили создаются для мониторов, сканеров, выводных устройств.

Помимо этого необходимо учитывать, что цветовой охват монитора зависит как от его собственных характеристик, поддающихся программно-аппаратному контролю и уп-

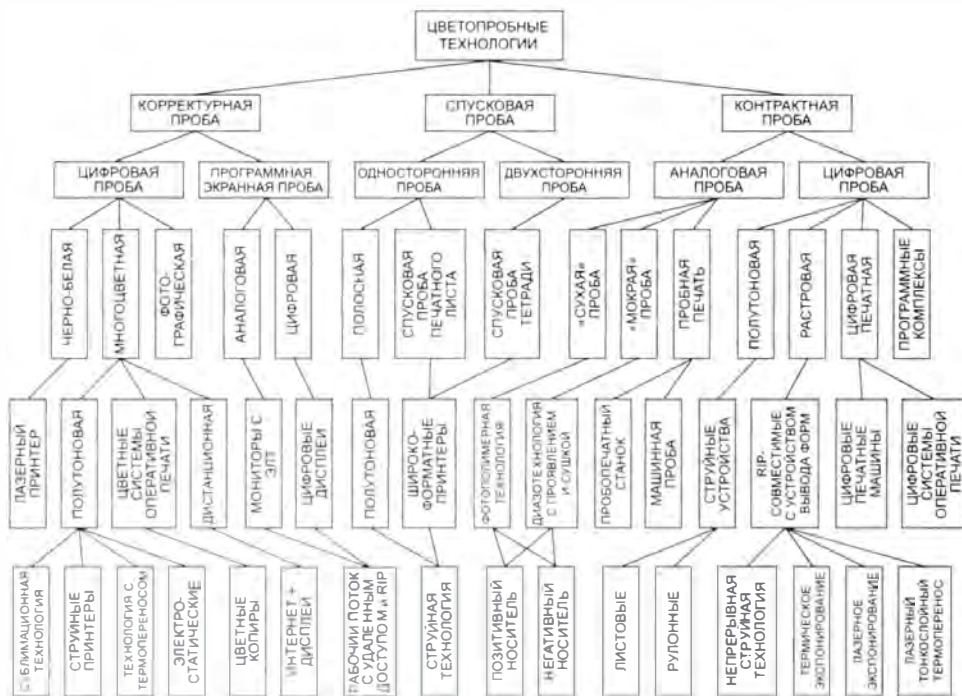


Рис. 98 Технологии пробной печати

равлению, так и от внешнего освещения, определяемого условиями в помещении. Этот способ контроля цвета не обладает высокой надежностью, но в большинстве случаев оказывается достаточным для оперативного контроля обрабатываемого цветного изображения.

Цифровая цветопроба — это изображение, полученное на материальном носителе (бумаге) непосредственно на базе цифровой информации об изображении, содержащейся в компьютере. Она может быть получена на разных этапах цифровой обработки текстовой и изобразительной информации.

В зависимости от устройства получения цветопробы оттиск может иметь полиграфическую растровую, непрерывную или дискретную (но не полиграфическую растровую, а пиксельную) структуру. Цветопробу можно получить на тиражной или специальной бумаге (опять же в зависимости от устройств ее получения).

Особое внимание уделяется качеству и надежности цветопробы в технологиях computer-to-Plate и computer-to-Press (где отсутствует стадия получения фотоформ), поскольку наличие ошибок повлечет за собой повторное изготовление печатных форм.

Пригодность принтера для использования его в качестве устройства для получения цветопробы определяется способностью имитировать цвет и детали полутонового изображения адекватно оттиску офсетной печати.

Эта способность определяется тремя составляющими:

- 1) достаточностью пространственного и цветового разрешения;
- 2) цветовым охватом красителей;

3) наличием встроенной системы управления цветом, обеспечивающей калибровку системы под реальный офсетный процесс.

В зависимости от способа формирования изображения устройства для изготовления цветопробы, то есть — принтеры, можно разделить на **струйные, сублимационные и лазерные принтеры, принтеры с термопереносом и принтеры на твердых чернилах**.

Рассмотрим преимущества и недостатки этих устройств с точки зрения их использования для получения цветопробы.

Струйные принтеры используют чернила, которые сделаны на водной или водоспиртовой основе (в последнее время появились и специальные краски), а значит, необходимо использовать специальную бумагу для получения качественных отпечатков. Кроме того, на качество изображения влияет разбрызгивание краски при ударе о бумагу, приводящее к плохой передаче штриховых элементов изображения и незначительному снижению четкости изображения.

Работа *принтеров с термопереносом* основана на переносе красителя с лавсановой основы на бумагу при локальном нагреве участка слоя красителя. Участок пленки с красителем нужного цвета нагревается именно в тех точках, которые должны остаться на бумаге, затем пленка перематывается для нанесения следующего цвета. Для получения цветного изображения необходимы несколько проходов бумаги для нанесения отдельных красок.

Недостатками являются:

- 1) низкое разрешение (300dpi);
- 2) для получения качественного оттиска годится не всякая бумага: если поверхность

Таблица

Характеристика струйных принтеров

Преимущества	Недостатки
относительно низкая стоимость оттиска при довольно высокой скорости печати	низкая надежность из-за опасности засорения форсунок
возможность выполнения черновых работ на обычной бумаге	большинство принтеров печатают водорастворимыми красками, что требует иногда дополнительного ламинирования оттисков
	зависимость качества изображения от свойств используемой бумаги, особенно для точности передачи цвета, резкости и насыщенности

бумаги не слишком гладкая (или мелованная), может произойти неполная передача красителя на бумагу;

3) неэкономичный расход пленки с красителем.

Сейчас эти устройства для получения цветопробы в основном не используются.

Сублимационные принтеры используют технологию печати, при которой вместо прямого наложения чернил или красок на бумагу, применяют лавсановые пленки с красителем, испаряющимся при нагревании элементов печатной головки, а изображение формируется за счет конденсации паров краски в специальном покрытии бумаги. Каждый краситель определенного цвета занимает свою область на красконесущей пленке размером на полную страницу. В процессе печатания за четыре прохода красители с красконесущей пленки переносятся на бумагу. Температуру нагревательных элементов головки можно контролировать и регулировать, что обеспечивает очень точную дозировку красителей различного цвета. Цвета получают смешением разных количеств основных красителей, поэтому с помощью этого метода можно создать очень большое количество цветовых оттенков вне зависимости от относительно ограниченной разрешающей способности.

Кроме того, цветные оттиски обладают очень высокой сопротивляемостью к световому облучению и не теряют цвет своих красок (не выцветают) даже по прошествии очень долгого времени. Однако, когда акцент в основном делается на линии, штрихи, растровые элементы и текст, разрешение в 300 dpi оказывается недостаточным.

Преимущества:

- прекрасная тонопередача;
- малые габариты устройства и его низкая цена, а также высокая надежность работы.

Недостатки:

- визуально заметное снижение четкости изображения (за счет рассеивания красителя в процессе переноса) по сравнению с печатью (на печатном оттиске мелкие детали будут видны

значительно лучше, чем на оттисках сублимационных принтеров);

- высокая стоимость оттиска, не зависящая от запечатываемой площади;
- неэкономичный расход красочных пленок;
- полная невозможность печати на обычной бумаге.

Принтеры на твердых чернилах. Твердые чернила, на которых работают данные принтеры, представляют собой материал на основе твердых синтетических восков с добавлением красителя. Брикеты красителя в принтере расплавляют, и расплав подается к печатающей головке, которая представляет собой ряд инжекторов, переносящих с помощью электрического поля микрокапли красителя на пленку или бумагу. При соприкосновении с бумагой капли застывают, а т. к. вязкость краски в этот момент достаточно высока, то практически отсутствует проблема ее впитывания и разбрызгивания.

Пигмент, используемый для изготовления твердых чернил, близок к пигменту полиграфических красок, что облегчает калибровку принтера под печать.

Принтеры на твердых чернилах пока не получили широкого распространения в качестве устройств для выполнения цветопробы и в основном применяются для получения корректурных оттисков полос.

Преимущества:

- низкая стоимость оттиска при высокой скорости печати;
- высокая четкость изображения;
- хорошая передача мелких деталей, включая тонкие штрихи (до 50 мкм);
- возможность получения качественной печати на обычной бумаге;
- высокая скорость печати;
- водостойкость твердых чернил.

Недостаток:

- невысокое разрешение.

В основе работы *лазерных принтеров* лежит принцип электрографии. Поверхность светочувствительного барабана заряжается коронным разрядом, затем под действием лазерного луча участки поверхности, соответствующие пробельным эле-

ментам, разряжаются, при этом создается скрытое изображение, которое далее проявляется тонером одного из цветов СМΥК. При последовательном наложении красок всех четырех цветов создается цветное полутонное изображение, которое переносится на бумагу и закрепляется. Эти принтеры обладают высокой скоростью печати. Кроме того, они могут имитировать полиграфическую растровую структуру, но при этом невозможно получить растровую точку с резкими краями, так как часть тонера обязательно рассеется при нанесении и снизит резкость конечного изображения. К недостаткам можно отнести сложность конструкции принтеров этого класса.

В большинстве случаев эти принтеры применяются для получения корректурных оттисков полос и репродуцируемых оригинал-макетов текста и однокрасочных штриховых и растровых изображений.

Общие преимущества рассмотренных выше систем цифровой пробы заключаются в их оперативности, удобстве в работе и сравнительно низкой стоимости изготовления пробы. А способ формирования изображения, принципиально отличающийся от офсетной печати, определяет недостатки, главным из которых является невозможность полной имитации растра и, следовательно, невозможность контроля возникновения муара, а также, невозможность использования более четырех цветов без серьезной переделки программного и аппаратного обеспечения.

Кроме принтеров для получения цифровой цветопробы можно использовать *лазерные выводные экспонирующие устройства*, применяемые для вывода фотоформ и печатных форм.

Принцип формирования изображения на этих устройствах заключается в следующем. На первом этапе на внешней поверхности барабана размещается лист тонкой металлической фольги, поверх которого крепится лавсановая пленка с пигментом. Цилиндр с фольгой и пленкой вращается, а лазер прорисовывает те же самые растровые точки, которые он экспонировал бы на фотоплен-

ке или формной пластине. Единственное отличие состоит в программной имитации растискивания — все остальное (разрешение, линиятура, форма точки, угол поворота растра) идентично фотоформе или печатной форме для соответствующего цвета. Под действием лазера пигмент расплавляется и переходит на металлическую фольгу. После записи первой краски уже ненужная лавсановая основа с остатками пигмента удаляется. На цилиндр поверх фольги с первым слоем многоцветного изображения крепится следующая пленка с пигментом, после чего процесс повторяется. Далее в ламинаторе происходит термоперенос четырехкрасочного изображения с фольги на печатную бумагу. В результате переноса получается изображение, практически идентичное печатному оттиску. Такие системы могут использовать общий растровый процессор с системами получения фотоформ или печатных форм, за счет чего и цветопроба, и фотоформа, и печатная форма могут выводиться с одного файла. Кроме того, уже существуют лазерные выводные экспонирующие устройства, предназначенные для получения как печатных форм, так и цветопроб.

К недостаткам этих устройств относятся:

- сложность конструкции, влекущая за собой высокую стоимость аппаратов;
- высокая стоимость оттиска, обусловленная большим количеством расходных материалов;
- достаточно большое время изготовления пробы.

Основное применение пробы с «имитацией» полиграфического растра — выходной контроль в допечатном процессе при использовании технологии CtP (компьютер — печатная форма).

Аналоговая цветопроба — это изображение цветопробы, полученное с цветоделенных растровых фотоформ. Идентичность цветовоспроизведения изображения цветопробы и тиражных оттисков обеспечивается за счет использования пигментов (красителей), имеющих цветовые параметры, аналогичные триадным краскам, используемым при печати; учитывается приращение

размера растровой точки, соответствующее растискиванию при печати (моделирование различной степени растискивания возможно за счет выбора различных комплектов светочувствительных материалов).

Многие системы аналоговой цветопробы позволяют изготовить цветопробу на тиражной бумаге. Если же цветопробу получают на специальной бумаге-основе, то для максимального приближения к конечному результату печати существует возможность использования основы разной белизны (соответствующей тиражной бумаге, которая будет использоваться).

Существует несколько технологий изготовления аналоговой цветопробы. Эти технологии можно разделить по способу получения изображения на две группы: 1) при получении оттиска в системе сухой цветопробы отсутствует использование химических растворов: удаление пигмента с пробельных элементов осуществляется механическим способом; 2) в системах мокрых цветопроб пробельные элементы разрушаются химическими растворами и вымываются.

Основным недостатком аналоговой цветопробы является высокая себестоимость оттиска. При этом сам процесс изготовления цветопробы является достаточно трудоемким. Качество цветопробы зависит от квалификации оператора, поскольку совмещение производится чаще всего вручную.

Пробная печать — печать пробных оттисков с использованием полиграфического оборудования, материалов и процессов для получения однокрасочных и многокрасочных оттисков в условиях, максимально приближенных к технологии тиражной печати.

Этот вид пробы дает результаты, наиболее близкие к тиражному оттиску, поскольку

ку печать происходит реальными красками, используемыми в печатном процессе. В случае изготовления пробных оттисков на тиражных печатных машинах воспроизводятся даже индивидуальные особенности печатной машины. Этот вид цветопробы характеризуется высокой трудоемкостью и стоимостью оттиска, а также низкой оперативностью, поэтому в настоящее время ему предпочитают другие способы изготовления цветопробы.

Цветопроба как модель будущего оттиска необходима:

- оператору электронной репродукционной или компьютерной издательской системы для оптимизации режима ввода изображения и его последующих преобразований;
- художнику издательства для адекватной оценки конечного результата цветового решения, создаваемого им, в том числе и средствами компьютерной графики;
- заказчику и исполнителю для объективного регулирования договорных отношений издательства, репроцентра и полиграфического предприятия, при этом цветопроба может служить подписываемым документом;
- для эффективного контроля важнейших показателей качества изображений на различных стадиях подготовки иллюстраций издания к печати;
- печатнику как эталонное изображение при печатании тиража.

Соответственно своему назначению, цветопроба может быть получена практически на всех стадиях допечатного процесса.



Глава 17

ЛАЗЕРНЫЕ ЭКСПОНИРУЮЩИЕ ВЫВОДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Узор отточенный и мелкий,
Застыла тоненькая сетка,
Как на фарфоровой тарелке
Рисунок, вычерченный метко.

Осип Мандельштам.

Термины и определения

Выводное устройство (в компьютерных издательских системах) — это устройство для вывода изображения издания на материальный носитель (фотопленку, прозрачную пленку, бумагу, формную пластину и пр.). Выводными устройствами являются принтер, фотонаборное выводное устройство (ФНУ), лазерное экспонирующее устройство, графопостроитель, плоттер, имеджсеттер, рекордер. С англоязычной документацией проще — там существует два разных термина — «recorder» и «imagesetter». А на наш «великий и могучий» в технической литературе оба переводятся одними и теми же словами (обычно — «фотонаборный автомат», «система лазерного экспонирования», «выводное лазерное экспонирующее устройство» или буквальное чтение без перевода «имиджсеттер», «фильмсеттер», «плейтсеттер»).

Вывод изображения — (в компьютерных издательских системах) передача цифровых данных изображения и текста издания на выводное устройство и получение собственно изображения (полутонного, рас-

трового и текста) на материальном носителе (фотопленке, лавсановой пленке, бумаге, формной пластине и др.).

Выводное лазерное экспонирующее устройство — это устройство для вывода изображения иллюстраций и текста на фоточувствительные материалы (фотопленку, фотобумагу и фотополимерный слой). Прimitивные экспонирующие устройства выводили только текст по символам. Эти устройства получили название «фотонаборные автоматы», или сокращенно ФНА. Усовершенствованные выводные устройства с лазерным источником экспонирования выводят не только текст, но и штриховые и растровые изображения. Принцип работы существенно отличается от принципа работы ФНА. Как текст, так и изображение в лазерных экспонирующих выводных устройствах экспонируют по пикселям. (Пиксель — наименьший элемент поверхности визуализации, экспонирования или печатания, например, экрана монитора, экспонирующего устройства или принтера, которому могут быть независимым образом заданы цвет, интенсивность и другие параметры изображения.) Лазерные экспонирующие выводные

устройства в настоящий момент являются единственными устройствами для изготовления фотоформ и печатных форм при подготовке в компьютерных издательских системах издания к печати.

Вывод фотоформ на фотопленку или пленку — вывод изображений будущего издания из компьютерной издательской системы на материальный носитель с прозрачной основой (фотопленку, прозрачную пленку и пр.). Чаще выводные экспонирующие устройства, на которых проводят экспонирование, называют имиджсеттером, фильмсеттером или рекордером.

Практически все современные выводные системы являются Post-script-совместимыми. Функционально каждая такая система состоит из двух частей — растрового процессора RIP и собственно экспонирующего устройства. Recorder, в строгом понимании этого слова, представляет собой только экспонирующую (записывающую) секцию. Сам по себе recorder не понимает языка Post-script — для этого ему нужен растровый процессор — РИП (RIP). Законченная система, объединяющая recorder и РИП, на английском языке называется imagesetter.

Выбирая выводное устройство, необходимо уточнить, не предлагают ли только recorder — в этом случае его еще предстоит (с помощью того же поставщика или самостоятельно) доукомплектовать РИПом. Необходимо также иметь в виду, что не все РИПы подходят к каждому из записывающих устройств и наоборот. Для сведения, РИП может быть аппаратным либо программным. В последнем случае для его работы необходим мощный компьютер PC-, или MAC-комплектации.

Состав и разновидности выводных устройств

Составной частью лазерного выводного экспонирующего устройства является проявочная машина (если речь не идет об устройстве экспонирования «сухих» пленок). Она может пристыковываться непосредственно к записывающей секции (вариант on—line) или устанавливаться отдельно (off-line). В

последнем случае одна проявочная машина может с большим или меньшим успехом использоваться для обслуживания нескольких экспонирующих устройств. Некоторые выводные устройства являются универсальными, то есть могут работать и с on-line, и с off-line — проявочными машинами.

Вывод на формную пластину — вывод электронного монтажа полос издания из компьютерной издательской системы на предварительно очувствленную формную пластину для изготовления печатной формы (см. технология «компьютер — печатная форма» StP). Иногда выводные экспонирующие устройства, на которых проводят экспонирование, называют плейтсеттерами.

К основным параметрам, характеризующим выводные устройства, относятся:

- тип механизма протяжки материала, на котором будет проводиться запись;
- источник излучения;
- разрешающая способность;
- размер минимального растрового элемента;
- линейность;
- скорость вывода и записи;
- повторяемость;
- количество типоразмеров материала;
- емкость приемной кассеты;
- система штифтовой приводки.

В зависимости от типа механизма протяжки фотоматериала все устройства делятся на три группы:

- плоскостные (капстановые, капстан);
- с протяжкой по внутреннему барабану (внутренний барабан);
- с протяжкой по внешнему барабану (внешний барабан).

Плоскостные экспонирующие устройства

В капстановых экспонирующих выводных устройствах экспонирование происходит на материал, расположенный на плоскости. Световой поток проходит через фокусирующий объектив и попадает на многогранное зеркало, которое обеспечивает развертку лазерного луча по строке. Во время развертывания лазерного луча в

плоский веер его направление изменяют с помощью поворачивающегося зеркала так, чтобы плоскость развертки была перпендикулярна фотопленке, которая протягивается вдоль фокальной плоскости объектива, и направлению ее движения. При этом по краям материала наблюдается увеличение диаметра пятна за счет небольшой расфокусировки луча. Избежать этого эффекта позволяет корректирующая линза, устанавливаемая за вращающейся призмой и обеспечивающая необходимую коррекцию фокуса. Покадровая развертка осуществляется за счет движения фотоматериала.

Недостатки:

- относительно низкая повторяемость;
- несовпадение идентичных изображений, расположенных по отношению к центру фотоматериала по-разному;
- наличие проскальзывания между фотопленкой и приводными валами приводит к искажению изображения и отклонению размеров изображения в направлении движения пленки.

Экспонирующие устройства с протяжкой по внешней поверхности барабана

Запись производится на неподвижный материал, закрепленный на внутренней поверхности полого цилиндра, что обеспечивает максимально возможную точность позиционирования пятна лазера. Фотоматериал расположен по окружности, что обеспечивает одинаковое расстояние от вращающейся призмы до поверхности материала. При таком способе экспонирования предъявляются высокие требования к точности изготовления барабана или полукруглых боковин (в виртуальном барабане), по которым располагается пленка. Барабан изготавливается массивным и закрепляется на демфирующих опорах, что позволяет свести к минимуму вибрации фотоматериала в процессе записи. Крепление пленки осуществляется с помощью вакуума, а для малых форматов возможно механическое крепление.

Модулированный лазерный луч проходит через фокусирующий объектив, вы-

водится на ось неподвижного цилиндра направляющим зеркалом и попадает на вращающееся зеркало (или призму), которое расположено на каретке, поступательно движущейся вдоль оси барабана. Одно из направлений развертки осуществляется за счет вращения призмы, другое — за счет движения каретки.

Лазер может быть закреплен за пределами цилиндра. В этом случае большая длина пути, проходимая лазером вдоль оси барабана, требует обеспечения чистоты воздуха, так как при попадании пылинок в лазерный луч происходит потеря микроэлементов изображения за счет перекрывания луча или рассеивание луча. В некоторых конструкциях источник излучения (лазер) и механизм развертки (призма) устанавливаются на движущейся каретке.

Каретка может двигаться на магнитной подушке ведущим винтом или стальным ремнем. Система с ведущим винтом, хотя и является наиболее простой, не обеспечивает равномерности движения каретки в связи с наличием люфта, достаточно высокого трения и вибраций. Система со стальным ремнем более свободна от описанных недостатков, но тяжела в регулировке и обслуживании. Система транспортировки каретки на магнитной подушке позволяет практически полностью избавиться от трения и вибраций, так как в процессе движения каретка практически висит в воздухе, двигаясь по «магнитным рельсам».

Для защиты фотоматериала от внутреннего отражения в процессе экспонирования внутренний барабан представляет собой только половину барабана. Когда в конструкции используется половина полого цилиндра, луч не может «найти» противоположной стороны.

Существуют устройства, которые имеют возможность работать с разными по толщине материалами. Для обеспечения фокусировки на материалах различной толщины используются специальные устройства, которые обеспечивают определение толщины материала и перестройку механизма фокусировки луча так, чтобы обеспечить отличный фокус.

Экспонирующие устройства с протяжкой по внутренней поверхности барабана

В целом выводные устройства этого типа охватывают наиболее широкий диапазон характеристик. В 1997 году было предложено оригинальное решение, которое назвали «внутренний барабан наоборот». Суть его в следующем: имеется половина внутреннего полового барабана, куда помещается фотоматериал. Внутрь этого барабана вводится цилиндр с диаметром всего на несколько миллиметров меньше внутреннего диаметра барабана с учетом толщины материала. На цилиндре закреплен экспонирующий блок, который вращается, а сам цилиндр движется горизонтально. Экспонирующий блок имеет 64 лазерных диода.

Технология экспонирования

В устройствах с внешним барабаном запись осуществляется на материал, закрепленный с помощью вакуума на внешней поверхности вращающегося цилиндра. В отличие от двух предыдущих типов устройств, в устройствах с протяжкой по внутренней поверхности барабана в качестве источника света используется матрица лазерных диодов (т.е. запись осуществляется одновременно несколькими десятками лучей). Поскольку обеспечить одинаковую интенсивность всех лучей лазера практически невозможно, может наблюдаться некоторая неоднородность получаемого изображения при снижении оптической плотности на экспонированной пленке до 3,4D (поэтому требуется поддержание стабильной плотности при проявлении на уровне 4,0–4,5D).

Лазерные лучи проецируются на фотоматериал с помощью фокусирующего объектива. Таким образом, за один оборот цилиндра записывается сразу несколько десятков строк изображения.

Оптический путь лазера очень короткий и остается постоянным в процессе записи. Это снижает требования и чувствительность оборудования к чистоте воздуха и микроотклонениям в оптической системе.

Изменение размера лазерного пятна осуществляется путем перемещения оптической системы, при этом луч фокусируется на поверхности материала соответствующим выбором положения фокусирующего объектива.

Развертка луча по двум взаимно перпендикулярным направлениям происходит за счет вращения цилиндра и перемещения оптической системы вдоль барабана (параллельно его оси).

Запись изображения может осуществляться в трех режимах:

- 1) развертка по спирали;
- 2) шаговый режим;
- 3) старт-стопный режим.

При спиральной развертке запись происходит при одновременном вращении барабана и движении оптической системы по направляющей вдоль барабана. За полный оборот записывающая головка смещается к началу следующей строки. В шаговом и старт-стопном режиме каждая строка пишется за два оборота цилиндра. На первом обороте осуществляется запись (при неподвижной экспонирующей головке), при втором — перемещение головки на ширину экспонированной полосы. В целом устройства типа «внешний барабан» являются наиболее точными и производительными.

В качестве источника излучения все современные экспонирующие лазерные устройства используют лазерные источники.

Типы лазерных источников должны сочетаться со светочувствительным слоем. Длина излучения источника экспонирования должна совпадать с зоной спектра чувствительного слоя. Если зоны излучения и чувствительности не совпадают, а лишь перекрываются, то это приводит к потере энергии и к увеличению времени экспонирования.

Широко используются шесть различных типов лазеров:

- аргон-неоновый. Видимый голубой источник света с длиной волны 488 нанометров.
- гелий-неоновый. Видимый зеленый источник света с длиной волны 633 нанометра.

- лазерный диод (маломощный). Видимый красный источник света с длиной волны 670 нанометров.
- лазерный диод (мощный). Инфракрасный источник света с длиной волны 830 нанометров используется для экспонирования термопластиков. Инфракрасные источники света могут иметь длину волны в диапазоне 780–900 нанометров.
- неодим-иттриевый гранат алюминия. Высокомощный инфракрасный лазер, используемый для экспонирования термопластиков с длиной волны 1064 нанометра.
- неодим-иттриевый гранат алюминия с двойной частотой. Видимый зеленый источник света с длиной волны 532 нанометра.

Под линейностью лазерного экспонирующего выводного устройства подразумевают возможность получения прямолинейной градационной характеристики, когда определенному значению оптической плотности оригинала соответствует пропорциональное или точно такое же значение на фотоформе.

Таким образом, у *линейных* устройств при записи информации на фотоматериал математически рассчитанное значение оптической плотности совпадает с реально полученным значением на фотоматериале. Это возможно только в том случае, если диаметр лазерного луча четко соотносится с установленным разрешением ($d_{\text{пятна}} = 2,54/R$, где R — разрешение в dpi). У *нелинейных* устройств, которые обязательно необходимо калибровать для получения нужного значения оптической плотности, приходится периодически вносить предискажения в блок управления. Теоретически линейные устройства калибровки не требуют, хотя на практике их лучше периодически проверять. Чем меньшую по диаметру точку позволяет получать устройство, тем большую разрешающую способность можно по-

лучить. Регулировка размеров пятна может осуществляться двумя способами: изменением интенсивности лазерного луча или изменением апертуры.

Как правило, в рекламно-информационной литературе указывается физическая скорость записи изображения без учета времени, которое потребуется для передачи файла в растровый процессор (RIP), и времени растривания изображения. Для одного и того же устройства время, которое пройдет от момента получения команды вывода до окончания процесса записи, будет различным в зависимости от мощности растрового процессора, объема и внутренней спецификации файла и параметров вывода. При этом время, затраченное на физическую запись изображения, чаще всего в два (а то и более) раза меньше времени растривания. С увеличением разрешения вывода и объема файла время растривания будет увеличиваться, а время записи будет оставаться практически неизменным.

Многие лазерные экспонирующие выводные устройства имеют возможность использовать материалы различной ширины. Максимальная ширина материала, с которой может работать устройство, характеризует его класс, что позволяет их ранжировать по классам малого, среднего или большого формата. При этом имеется возможность работать с материалами меньшей ширины. Минимальная ширина также является фиксированной для каждого устройства. Многие экспонирующие выводные устройства оснащены системой пробивки штифтовых отверстий.

Некоторые экспонирующие выводные устройства представляют собой multifunctional устройства, на которых можно экспонировать как фотоматериалы, так и получать цветопробу. Одним из плюсов таких устройств является то, что для цветопробы используется тот же самый файл, что и для изготовления печатных форм.

ФОТОФОРМЫ В ПОЛИГРАФИИ

Осознание того, как происходят вещи и явления, делает действия человека более эффективными.

Лао Цзы

Проблема качества

При подготовке оригиналов к изданию очень часто издатели пользуются услугами рекламных бюро, дизайн-бюро или репро-центров. Как правило, рекламные бюро имеют свои репроцентры или пользуются услугами одних и тех же репроцентров.

Заказчик может прийти в рекламное бюро с идеей издания, с авторскими оригиналами или с электронной формой издания — с набранным и сверстанным текстом и готовыми цветоделенными иллюстрациями или только с цветными и черно-белыми оригиналами — слайдами, фотографиями, рисунками или электронным изображением компьютерной графики, если, например, планирует напечатать плакат. Во всех случаях заказчик получит фотоформы, которые он отдает в типографию или сам печатает в своей типографии.

Неприятно, конечно, но в типографии фотоформы могут не принять, ссылаясь на некачественность или на несоответствие фотоформы способу печати.

И чтобы такие неприятные моменты исключить, заказчик должен ориентироваться в фотоформах и понятно сформулировать свои требования при сдаче заказа на исполнение, а также претензии при его получении.

Еще лучше, конечно, когда заказчик заранее идет в типографию, где будет печататься заказ, и уточняет требования к фотоформам, которые он должен передать в типографию. А для того, чтобы в начале понять, а потом, при заказе фотоформ, четко сформулировать свои требования, желательно, чтобы заказчик обладал минимумом знаний о фотоформах.

Вот этот минимум знаний в тезисной форме и изложен в данной главе.

Термины и определения

Для начала уточним основные понятия: фотоформа и печатная форма.

Фотоформа в полиграфических технологиях — это изобразительный иллюстрационный или текстовый однокрасочный негатив или диапозитив, подготовленный для копирования (изображение на прозрачной основе) с целью изготовления печатной формы при подготовке оригинала издания к полиграфическому воспроизведению.

К фотоформам необходимо отнести не только фотоизображения, но и изображения, изготовленные на прозрачных материалах с использованием непрозрачных красок (материалов), например, чертежи, изготовленные тушью на прозрачной недеформирующейся пленке, или диапозитивы, изгото-

товленные на прозрачной пленке лазерным принтером. (*Диапозитив* — это позитив (позитивное изображение), изготовленный на прозрачной подложке.).

Печатная форма — это поверхность пластины (плиты или цилиндра), изготовленной из разных материалов. В качестве материала может служить светочувствительный слой или фотополимер, а также поверхность металла, пластмассы, бумаги, дерева, литографского камня. Печатная форма служит для образования и сохранения изображения в виде участков, воспринимающих печатную краску (печатные элементы), не воспринимающих краску (пробельные элементы) и передающих ее на запечатываемый материал или передаточное звено, например, офсетный цилиндр, тампон, в процессе печатания.

Разновидности фотоформ (пленок) и требования, предъявляемые к ним

В зависимости от классифицирующего признака фотоформы делятся:

1) по виду изображения на фотоформе — на негативные и позитивные фотоформы.

Негативное изображение — изображение, обратное по тонопередаче (градации, оптической плотностям) оригиналу.

Позитивное изображение — изображение, идентичное по градационным параметрам оригиналу;

2) по характеру изображения на фотоформе — на штриховые, растровые, полутонные, комбинированные фотоформы.

Полутоновое изображение — это плоскостное изображение, состоящее из микроэлементов, каждый из которых может иметь один из теоретически бесконечного количества уровней яркости (оптической плотности). Полутоновое изображение имеет промежуточные переходные тона между самым темным и самым светлым участками. Чем меньше количество полутонов, тем контрастнее полутоновое изображение и, если полутона отсутствуют, изображение — штриховое.

Штриховое изображение — это плоскостное изображение, состоящее из элементов, которые могут иметь только один уровень яркости (оптической плотности) по отношению к фону. Например, чертежи, графические рисунки, изображения, выполненные линиями, текст.

Все требования, которые предъявляются к штриховым фотоформам, относятся и к чисто текстовым фотоформам. Поэтому далее мы на этом совпадении не будем заострять внимание.

Штриховой диапозитив — это штриховое изображение, прямое (совпадающее) по тональности и изготовленное на прозрачной основе.

Растровое изображение — это плоскостное изображение, состоящее из растровых элементов (микроштрихов);

3) по полярности изображения на фотоформе их ранжируют на прямые (читаемые) и зеркальные (нечитаемые) фотоформы;

4) по способу изготовления фотоформы классифицируют на фотографические, гравированные, вычерченные, нарисованные, электронные в цифровом виде фотоформы.

Фотографическое изображение — это черно-белое или цветное изображение, полученное путем фотографирования и служащее издательским оригиналом, фотоформой или промежуточным изображением. Гравирование — создание и корректура изображения на формном материале ручным, механическим путем при помощи резца, штихеля или лазерным лучом. Как правило, гравирование используется при изготовлении печатных форм для способа металлографии, при гравировании формных цилиндров для способа глубокой печати и очень редко при изготовлении фотоформ механическим способом на клишографах или вручную — авторские печатные формы, например, металлографические. После изобретения «сухих пленок» гравирование лазерным лучом применяют для изготовления фотоформ способом выжигания;

5) по технологичности готовых фотоформ они делятся на монтажные фотоформы и цельнопленочные. Цельнопленочные

фотоформы изготавливают на мощных компьютерных издательских системах с использованием технологии электронного монтажа отдельных полос издания в соответствии со схемой раскладки и спуска полос по формату печатного листа печатной машины.

Штриховые фотоформы должны иметь плотный равномерный фон нейтрально-черного цвета с оптической плотностью не менее 2.50D, если фотоформа негативная. При этом оптическая плотность прозрачных участков должна быть не более 0.08D–0.15D.

Интервал оптических плотностей непрозрачных и прозрачных элементов штрихового изображения должен быть не ниже 2.50D для изготовленных на репродукционном аппарате или 3.60D при лазерном экспонировании (для офсетной печати) и не менее 4.00D (для флексографской печати) при плотности вуали не более 0.08, если фотоформа диапозитивная. Подложка для фотоформ, предназначенных для изготовления флексографских печатных форм, должна быть матовая. Это снижает вероятность появления колец Ньютона на печатной форме.

Линиатура и конфигурация элементов растра (линии, точки) должны соответствовать заданным значениям.

Углы наклона линий растровых структур должны соответствовать заданным углам, которые определяются способом печати. Для однокрасочных оттисков угол наклона растровой структуры на фотоформе 45°.

На растровом негативе с полутонового оригинала для однокрасочной репродукции точки в тенях изображения должны иметь минимальный размер 2–6%, а в светах — 95–98% при наличии открытых пробелов в светлых полутонах и на бликах изображения в офсетной печати. Указанный интервал для минимального размера растровых элементов относится к разным способам печати, например, для офсетного способа минимальный растровый элемент имеет минимальный размер в интервале, а для флексографского способа — максимальный.

Интервал оптических плотностей непрозрачных и прозрачных элементов должен быть не менее 3.60D. Контроль воспроизве-

дения отдельных тоновых полей осуществляется по растриванному изображению полутоновой шкалы, приложенной к оригиналу перед сканированием (фотографированием).

Процентное содержание растровых полей фоновых диапозитивов не должно отличаться от заданных значений более чем на 1 или 2%.

Для цветоделенных фотоформ одного комплекта допускается расхождение (разброс) размеров по большой стороне изображения в интервале ± 0.025 мм.

Величина минимальной относительной площади растровых элементов на растровых цветоделенных фотоформах (диапозитивах) для офсетного способа печати должна быть не более 3%, а максимальной: для голубой краски — не менее 95–98%, для желтой — не менее 85–98%, для пурпурной — не менее 85–98% и для черной — от 75 до 95% (в зависимости от применяемой технологии или от степени вычитания цветных красок).

Для фотоформ, изготовленных на сканирующей технике, структура строчной развертки не должна быть визуально заметна.

Размеры растровых элементов на фотоформах для трех цветных красок одного комплекта на участке серых тонов изображения оригинала должны соответствовать требованиям баланса «по серому» для соответствующего способа печати.

Цветоделенные полутоновые негативы и диапозитивы для желтой, пурпурной и голубой красок, предназначенные для изготовления печатных форм способа глубокой печати и фототипии, должны иметь минимальную оптическую плотность 0.40 ± 0.05 .

Требования тоновоспроизведения и баланса «по серому» должны быть учтены при определении градационных кривых в процессе изготовления фотоформы.

Для негативов и диапозитивов, изготовленных на сканирующей технике, структура строчной развертки не должна быть визуально заметна.

Процесс любой ретуши (механической, химической или электронной) не должен приводить к искажению изображения на фотоформе.

Растровые элементы и штрихи на отретушированных химическим способом фотоформах должны быть плотными, резкими, без серого ореола.

Фотоформы должны быть хорошо промытые, сухие и чистые. Метки для совмещения должны быть маленькие и тонкие (0,1 мм), а около метки должно быть указано сокращенное название краски.

Обмазку фотоформ ретушерской краской следует выполнять только со стороны подложки.

Монтажи фотоформ и спуск полос

Важное и особое значение в процессе репродуцирования имеет *монтаж фотоформ*, т.е. соединение отдельных частей (фотоформ) в единое целое. При этом склеивают отдельные фотопленки с изображениями текста, штриховых и полутоновых (растровых) изображений, а также их фрагменты или наклеивают их на монтажный лист прозрачного пластика.

В связи с бурным развитием цифровых систем обработки информации с программным управлением посредством персональных компьютеров монтаж проводят электронными средствами, контролируя процесс по дисплею до изготовления фотоформ, которые выводят на фотопленку уже после окончания монтажа. Такой монтаж называют электронным. Далее приведены термины, связанные с изготовлением фотоформ на компьютерных издательских системах.

Электронная верстка полос — оформление отдельных полос издания, проводимое с использованием компьютерных издательских систем и программного обеспечения к ним. Электронную верстку контролируют визуально на экране монитора системы или по твердой копии, полученной на принтере.

Электронная ретушь — это коррекция, проводимая электронными средствами с одновременной визуализацией результатов на экране монитора компьютерной издательской системы.

Электронное растривание — это один из видов преобразования полутонового изображения в растровое (микроштриховое) изображение, осуществляемое в компьютерных издательских системах по специальным программам средствами вычислительной техники.

Электронный монтаж и спуск полос в формате печатного листа — это размещение полос в формате запечатанного листа издания электронным способом при помощи компьютерной издательской системы. Качество и правильность электронного монтажа контролируют визуально на экране монитора системы или по твердой копии, полученной на принтере.

Компьютерный набор — набор и обработка текста издания с применением компьютерных издательских систем, при которых обеспечивается выключка строк, техническое редактирование и корректура текста, верстка полос и пр.

Предмет нашего внимания — качество фотоформ

Словесно описать схему технологического процесса изготовления фотоформ в современных репроцентрах и полиграфических предприятиях можно следующим образом: изображение фотоформы в электронном виде поступает в лазерное экспонирующее устройство. Лазерный луч в соответствии с электронным изображением фотоформы облучает светочувствительный слой фотопленки, проводя, таким образом, экспонирование. Фотопленка со скрытым изображением фотоформы поступает в проявочную машину (процессор) для ее химико-фотографической обработки. Обработанная и высушенная фотопленка с фотографическим изображением и есть сама фотоформа, которая поступает в полиграфическое предприятие для изготовления печатной формы.

Предметом нашего внимания являются только процессы экспонирования и обработки фотопленки.

Дефекты могут возникнуть в связи с нарушением режимов технологического про-

цесса при экспонировании, проявлении, фиксировании и сушке фотопленки, а также при использовании некачественных фотоматериалов и растворов.

Для лучшего понимания дефектов определим базу сравнения. Такой базой может быть идеальная фотоформа, отвечающая всем требованиям технологического процесса. Конечно, эти требования определяются способом печати, применяемой технологией и материалами. Поэтому ограничимся комплектом цветоделенных растровых фотоформ для офсетной листовой печати на многокрасочной машине (печать «по сырому») на мелованной бумаге как самых распространенных сегодня фотоформ.

Идеальным комплектом можно считать комплект, содержащий цветоделенные растровые фотоформы:

- не имеющие царапин, заломов, посторонних включений и других механических нарушений;
- минимальная оптическая плотность у которых не более 0.08 D;
- максимальная оптическая плотность плашки у которых не менее 3.60 D;
- минимальная величина относительной площади растровых элементов у которых не более 3%;
- растровые элементы которых не имеют ореола;
- баланс «по-серому» в полутонах, у которых: голубая — 50 %, пурпурная и желтая — по 37–40 % (ISO 12647-2 рекомендует для пурпурной и желтой по 40 %).

Основные требования к фотоформам

На штриховых фотоформах имеются только две градации тона: в идеальном случае — максимально черный (непрозрачный) и максимально прозрачный, т.е. имеют бинарный характер и только два значения оптической плотности пропускания — минимум (не более 0.08–0.15D) и максимум (не менее 3.60D). Напротив, полутоновые фотоформы имеют аналоговый характер, и тон может

иметь любую величину оптической плотности между минимумом и максимумом — от белого через серое до черного.

Определенные ограничения на отдельные параметры фотоформ накладывают и особенности последующего звена технологической цепочки репродуцирования — процесса изготовления печатной формы.

Так как любая фотоформа — это изображение, то ко всем фотоформам предъявляются общие требования к качеству, а именно:

1) размер изображения на фотоформе должен быть равен заданному размеру репродукции. Допустимые отклонения — не более $\pm 0,05$ мм;

2) изображение должно быть визуальным резким по всей площади фотоформы;

3) на изображении не должно быть вуали, пятен, царапин и посторонних прозрачных и непрозрачных точек, а также заломов основы фотопленки;

4) изображение должно располагаться по центру листа фотопленки. Расстояние от края изображения до края фотопленки должно быть не менее 1,5 см;

5) изображение должно иметь по всей своей площади однородный ахроматический (нейтрально серый) тон;

6) изображение для изготовления печатных форм офсетной печати должно быть на фотоформе зеркальным (нечитаемым) по отношению к оригиналу. Для способов высокой классической и глубокой печати изображение на фотоформе должно быть прямым (незеркальным, читаемым) по отношению к оригиналу.

Из-за особенностей сигналов изображения на отдельных видах фотоформ к каждому виду предъявляются дополнительные требования.

Дефектная и бракованная фотоформы

После рассмотрения основных дефектов, возникающих на фотоформах, следует обратить внимание и на такую особенность, как различия и расхождения между дефектной и бракованной фотоформой.

Бракованная фотоформа — фотоформа, не подлежащая исправлению и применению, изготовленная с отклонениями по параметрам качества, превышающими допустимые нормы для данного вида продукции и способа печатания или имеющая механические повреждения. Бракованная фотоформа не может быть использована.

Дефектная фотоформа — фотоформа, изготовленная с отклонениями по параметрам качества, превышающими допустимые нормы для данного вида продукции и способа печатания или имеющая механические повреждения и которая может быть подвергнута корректуре или другим дополнительным специальным операциям для исправления выявленного дефекта. Использование дефектных фотоформ приводит, как правило, к изменению режимов проведения последующих операций, используемого технологического процесса.

Разделительная линия между бракованными и дефектными фотоформами сильно размыта, и очень нечетки сами критерии классификации. Например, если минимальная плотность фотоформы 0.30D, что почти в четыре раза превышает норму для фотоформ (не более 0.08D), применяемых при способе офсетной печати, то возникает вопрос: фотоформу необходимо браковать или она дефектная? Невозможно определить однозначно. Фотоформа бракованная, если репроцентр будет ее сдавать заказчику, но это всего лишь дефектная фотоформа, если она сделана в типографии и является полубраком. При экспонировании формной

пластины достаточно увеличить в два раза время экспонирования, чтобы компенсировать вуаль. Однако изготавливать монтажи из фотоформ, имеющих очень сильный разброс (больше 0,05) величины минимальной плотности, недопустимо. При экспонировании таких монтажей это различие уже нельзя компенсировать.

Как правило, решающим мотивом в определении отличий дефектной фотоформы от бракованной фотоформы могут послужить самые разные факторы. Например, завышенные требования заказчика, престиж предприятия, традиции производства или фактор времени, когда быстрее переделать фотоформу, чем ее корректировать или находить новые режимы для проведения последующей технологической операции.

Часто использование дефектных фотоформ в работе приводит к усложнению отношений между исполнителями или исполнителями и заказчиком, а также к поиску виноватых при сдаче фотоформы или, что еще хуже, тиража.

Более подробные требования к фотоформам для отдельных способов печати приведены в технологических инструкциях для каждого способа печати и конкретной технологии, что особенно важно, так как на каждом конкретном предприятии применяют одну или несколько технологий. Поэтому прежде, чем будет оформлен заказ на изготовление фотоформ для будущего издания, лучше заранее проконсультироваться в типографии, где будет размещен заказ на печать издания.



Глава 19

ТЕХНОЛОГИЯ СТР («компьютер — печатная форма», computer-to-plate)

Чего вы не понимаете,
то не принадлежит вам.

Иоганн Вольфганг Гёте

Актуальность новой технологии

Разговоров о новой технологии обычно бывает больше, чем реальных попыток ее внедрения. Особенно консервативны специалисты в той области, для которой и создана новая технология. Именно они лучше создателей видят не только ее положительные, но и отрицательные стороны, и заставляют революционеров-изготовителей шлифовать новинку и готовить базу для ее широкой реализации на практике.

Проведем анализ возможностей технологии «компьютер — печатная форма» (computer-to-plate, CtP) и ее готовности к внедрению на полиграфических предприятиях, дизайн-бюро, в репроцентрах и издательствах.

CtP (*computer-to-plate, технология «компьютер — печатная форма»*) — цифровая технология, состоящая из подготовки издания к печати на издательских компьютерных системах, включая все процессы: от набора текста и ввода изображений — до изготовления печатных форм, и исключающая изготовление фотоформ.

Начнем с анализа ее актуальности для современной полиграфии. Факторы времени и качества при подготовке издания к печати и при печатании тиража становятся все более значимыми,

Еще недавно львиная доля времени уходила на печать тиража. Сегодня печатные машины работают с «бешеной» скоростью, а тиражи изданий резко уменьшились. Следовательно, дальнейшее увеличение скорости печатания мало что дает для сокращения затрат времени. Послепечатные процессы для рекламных малообъемных изданий занимают мизерную долю времени (разрезка, упаковка, иногда фальцовка). Решающим становится время, затраченное на подготовку издания к печати. А самой сильной стороной технологии CtP является как раз экономия времени на допечатных процессах.

Сформулируем преимущества технологии СtP, хотя они на слуху у большинства полиграфистов:

- исключены из технологической цепочки работы, связанные с фотопроцессами;

- укорочен, сокращен технологический процесс, что материализуется в выигрыше времени и экономии материалов, химикатов, производственных площадей, оборудования и людских ресурсов.

Нет фотоматериалов, фотохимии, контактно-копировальных станков и проявочных машин, нет монтажных и ретушерских столов, нет нужды в темных комнатах и складских помещениях для фотоматериалов и фотохимии, нет фотографа, ретушера и монтажиста. Есть только развитая издательская система на базе мощных компьютеров и процессор для обработки формных пластин (он в некоторых случаях тоже не нужен, например, при работе с термопластинами), формные пластины и специалисты высокой квалификации.

История технологий изготовления форм

На примитивном уровне технология изготовления печатной формы с оригинала без изготовления фотоформ, как аналог и предтеча CtP, существовала в полиграфии СССР еще в 70-х гг. Применялась она, как правило, при издании газет, где сокращение времени подготовки издания к печати имеет решающее значение. Изготавливали так называемый бумажный клеевой репродуцируемый пополосный монтаж оригиналов, то есть газету в одном экземпляре, который и являлся репродуцируемым оригинал-макетом. Клеевые монтажи или раскладку полос печатного листа издания фотографировали специальными фотоаппаратами на предварительно очувствленные офсетные пластины из бумаги, полиэфирной пленки, засвеченной и обработанной фотопленки или фольги. Эта технология применялась в переходный период от высокой печати к офсетной и достигла своего расцвета в начале внедрения компьютерного набора и издательских систем. По сравнению с традиционной предыдущей технологией, где текст набирали на литье или вручную, новая технология казалась простой и прекрасной и воспринималась как оптимальная для оперативного издания газет и оперативных изданий.

Но время идет и все меняется.

Создание надежных аппаратных и программных средств в сочетании с мощными компьютерными системами перевели величайшую проблему полиграфии — цветоделение и растривание цветных оригиналов — из разряда искусства в рядовую технологическую операцию.

Таким образом, были налицо все предпосылки для создания полноценной технологии «компьютер — печатная форма».

Проведя краткий схематический анализ различных технологий допечатных процессов, можно выделить среди них четыре типа, в которых есть зародыши CtP-технологии:

- базовая (классическая) технология, где отдельно получают фотоформы текста и отдельно фотоформы иллюстраций. Из них создают монтажи печатных листов, которые контактным способом копируют на формные пластины для изготовления печатных форм. Этот длинный, многосвязный и трудоемкий процесс сопровождается еще и большими затратами фотоматериалов и технологических растворов (к тому же загрязняющих окружающую среду). Постепенно он теряет свое значение.

- второй тип технологии можно определить как «компьютер — полноформатная фотоформа» (CtF, computer-to-film). Верстку и монтаж полос изготавливают в издательских компьютерных системах. Фотоформы в формате печатного листа (с раскладкой и спуском полос) экспонируют в лазерных выводных устройствах, а затем копируют на формные пластины. Эта технология сейчас в расцвете и, наверное, еще долго сохранит свои позиции. А если будет создан качественный материал для фотоформ, не требующий обработки растворами, сравнимый по свойствам с применяемыми сейчас фотоматериалами, то эта технология еще себя покажет и может стать существенным тормозом для технологии CtP;

- третий тип — это и есть собственно технология CtP, когда печатная форма изготавливается вне печатной машины или в самой печатной машине (технология DI) с использованием формного материала;

• четвертый тип — это технология CtPrint (цифровая печать), когда изображение по-лос издания из издательской компьютерной системы подается прямо на формный цилиндр печатной машины, и печатная форма изготавливается заново для каждого цикла печатания с минимальным опережением.

Эта технология имеет значительные преимущества при печатании изданий небольшими тиражами и для публикаций, требующих оперативного внесения изменений в текст, а также персонализации для определенных небольших групп потребителей и тех случаев, когда печать тиража проводят по требованию, небольшими партиями.

Технология и привлекает, и настораживает, так как ее теснят с двух сторон:

- для единичных экземпляров все более совершенствуется копировальная техника, приближающаяся по качеству воспроизведения цветных изображений к офсету;
- для малых тиражей становятся все более приспособленными офсетные машины.

Эйфория вокруг новой технологии CtPrint быстро меркнет, если трезво проанализировать логику развития полиграфии. Она, возможно, и будет иметь шанс на выживание, если надежность оборудования резко повысится, и сама технология сможет вписаться в существующие технологические процессы, а не останется фактически отдельным многокрасочным (цветным) лазерным принтером большого формата.

Предпосылки

Вернемся снова к CtP-технологии и попытаемся выделить основные предпосылки, вызвавшие ее к жизни:

- создание мощных издательских компьютерных систем;
- использование лазеров как источника излучения для экспонирования формных материалов в выводных устройствах издательских систем;
- создание высокочувствительных, дешевых и качественных формных мате-

риалов, идентичных по свойствам серебросодержащим фотоматериалам с высокой разрешающей способностью.

Пара «лазер-фотоматериал»

При экспонировании формных материалов зона спектра излучения экспонирующего лазера должна совпадать с зоной светочувствительности формного материала. Идеальный случай — это полное, а не частичное совпадение или перекрывание, которые приводят к потерям энергии и производительности.

В настоящее время в CtP применяют пять типов лазеров:

- аргон-ионный (488 нм);
- йодо-аргоновый (532 нм);
- гелий-неоновый (543/636 нм);
- инфракрасный (830/1064 нм);
- лазерные диоды (780-830 нм).

Казалось бы, логично везде использовать только одну пару «экспонирующий лазер — формный материал», но это не совсем так.

Поиск таких пар идет по двум направлениям. С одной стороны, создается новый материал с определенными параметрами, и к нему подбирают готовый лазер. С другой стороны, к выбранному при конструировании экспонирующего выводного устройства лазеру потребитель подбирает материал из имеющихся на рынке формных материалов. Первый процесс более интенсивен, судя по разнообразию формных материалов. Это можно объяснить разным назначением материала — в зависимости от способа печати, технологии, тиража издания, вида печатной продукции.

По типу светочувствительного слоя формные пластины можно разделить на пять типов:

- 1) фотополимерные;
- 2) серебросодержащие;
- 3) с электростатическими слоями;
- 4) с гибридными слоями;
- 5) с термослоями.

Формные пластины можно разделить на три поколения.

К первому поколению следует отнести формные пластины со светочувствительным

слоем, наносимым в типографии на подложку непосредственно перед экспонированием. Для этих пластин характерны слои из поливинилового спирта, альбумина, гуммиарабика, камеди сибирской лиственницы и проч. Сегодня эта технология не находит применения.

Второе поколение — это предварительно очувствленные пластины заводского изготовления. Это слои на базе ортонафтахинондиазидов — диффузионные и электрослои.

Формные пластины третьего поколения, которые экспонируются по технологии CtP, должны иметь принципиально новые качества, а именно:

- нечувствительность или очень слабую чувствительность к дневному свету;
- возможность применения растров высокой частоты, как регулярных, так и стохастических. Следовательно, пластины должны иметь высокую чувствительность и разрешение, а также способность создавать на печатной форме четкую, без ореола, границу между пробельными и печатающими элементами;
- стоимость пластин должна быть существенно ниже по сравнению с применяемыми сегодня для цифровых технологий. Она должна быть на уровне цен на пластины, применяемых в традиционной классической технологии, и не дороже фотопленок;
- печатные формы должны вести себя в процессе печати, как обычные;
- формные пластины должны обеспечить упрощение технологии изготовления печатных форм и в идеале не требовать обработки технологическими растворами.

Пробная печать

Для CtP-технологии необходима надежная и недорогая пробная печать или цветопроба, которая в большей степени соответствовала бы конечному результату. Все фирмы-изготовители предлагают свои варианты, разделяя пробу на два этапа.

Первый — вывод черно-белого или многоцветного изображения монтажа для контроля правильности формирования и раскладки (спуска) полос.

Второй — контроль цвета.

Рассматривают визуальную цветопробу на экране монитора, делают вывод цветного изображения на принтере. Есть цветопроба, получаемая с фотоформ, например, Cromalin. Многообразие предлагаемых способов, материалов и аппаратных средств говорит о нерешенности существующих проблем. Но для CtP-технологии надежность, эффективность и дешевизна пробы (цветопробы) имеют решающее значение. Ошибки должны быть обнаружены до стадии изготовления печатной формы. Если все же они выявлены уже на печатной форме, то исправления можно вносить только в полосу издания, а это означает повторение почти всего процесса, начиная от верстки полосы. Некоторыми фирмами уже созданы программы, позволяющие вносить правку в монтаж (при спуске) полос.

При анализе ситуации с пробными процессами в технологии CtP возникает мысль о пробопечатных станках с красочными сменными аппаратами в сочетании с дешевой цифровой цветопробой. Тогда печатные формы будут поступать в производственный печатный цех с пробными оттисками, а это поможет нормализовать отношения между типографией и заказчиком.

Специалисты

Особенно важную роль при внедрении новых технологий выполняют специалисты. Неспециалисты могут загубить даже хорошо отлаженную технологию, а специалисты вытянут даже недоработанную. Недостаток CtP-технологии состоит в том, что она требует от специалистов высокого уровня знаний не только в области допечатных процессов, но и печатных и послепечатных. Большую часть работы специалист контролирует визуально на мониторе издательской системы и по цветопробе. Он должен полностью исключить необходимость внесения исправ-

лений после сдачи заказа в производство. Для этого необходима высокая квалификация при хорошем уровне культуры и организации производства.

Нельзя забывать, что специалисты, работавшие в традиционном производстве, должны будут при переходе на технологию CtP полностью изменить все свои навыки и образ мыслей. Как правило, это дается не очень легко и далеко не всем.

Конечно, преимущества технологии CtP проявляются только при условии большого потока заказов, полноценно загружающего технологическую линию. Сбалансированность технологических операций, т.е. их примерно одинаковая продолжительность, исключает угрожающее возрастание внутризаводских запасов при любом ускорении производственного процесса. Экономически ошибочно расходовать средства на повышение производительности отдельной технологической операции. Наличие системы автоматической транспортировки формных пластин и готовых печатных форм от места распаковки до печатной машины превращает всю систему, работающую по технологии CtP, в роботизированный комплекс. Только в этом случае максимально раскрываются положительные стороны данной технологии.

Однако при этом возникает вопрос: где будет установлено лазерное экспонирующее устройство — в печатном цехе или в отдельном помещении? Если в печатном цехе, то, как все догадываются, условия для электронной и лазерной техники там не совсем идеальные: вибрация от печатных машин, испарения печатных красок, увлажняющих и смывочных растворов и т.д.

Вопрос о размещении системы становится трудноразрешимым, если печатное оборудование и издательская система с выводным устройством находятся на разных территориях.

Технология CtP — это прекрасная идея, но даже у нее есть недостатки, которые в сумме могут перекрыть достоинства. Необходимо учитывать, что сложность оборудования и рост издержек производства — два

процесса, идущие нога в ногу. А это тоже грани экономики. Естественным образом возникает вопрос: для полиграфии CtP — это революция или эволюция?

Эволюция — это технология CtP, этап развития, как модификация технологии CtF (используется не фототехническая пленка, а формный материал). При работе с полиэфирными формными материалами (формные материалы на полиэстере) технологии CtF и CtP идентичны.

Революция — это CtPrint, технология цифровой печати.

Цифровая печатная машина — это печатная машина, в которой изображение на печатной форме, установленной непосредственно на формном цилиндре, формируется с помощью лазера, управляемого компьютерной программой. Цифровые печатные машины работают по технологии цифровой печати.

Таким образом, технология цифровой печати предназначена для получения оттисков в печатной машине с использованием переменной печатной формы, изменениями в которой при каждом цикле управляет компьютер издательской системы. Этот вид техники используют для малотиражных рекламных или коммерческих изданий, в которые должны быть внесены изменения в процессе изготовления тиража. В некоторых машинах возможно внесение корректив (изменений) после печатания даже одного экземпляра. Цифровая печать — получение изображений непосредственно с представляющих их на допечатной стадии числовых массивов (файлов).

Цифровая печать кардинально меняет идеологию полиграфической технологии и технологической структуры изготовления печатных изданий. Печатная форма и печатная машина — это основа традиционной полиграфии, которая постепенно исчезает.

В технологии CtPrint печатной формы как стабильного звена уже не существует. Печатная форма переменна, реверсивна и делается заново после каждого печатного цикла. А печатная машина всего лишь выводное устройство — периферия в мощной компьютерной системе.



Глава 20

ПРИРОДА ВИЗУАЛЬНЫХ КОНФЛИКТОВ В ПОЛИГРАФИИ

Тайны нет здесь ни одной —
Лишь молекул бег шальной.

Эрвин Шредингер

Радость, которую мы испытываем от непосредственного воздействия цвета на наш организм, трудно чем-либо заменить. Вместе с тем очень часто она бывает омрачена некоторым беспокойством при восприятии. Такие ситуации возникают при просмотре книг с иллюстрациями, альбомов репродукций по искусству или глянцевых журналов и рекламы.

В последнее время аналогичные обстоятельства возникают и при просмотре визуальной информации в современных средствах отображения на экране компьютерного монитора или при просмотре DVD-фильма в условиях домашнего кинотеатра. Между тем подобная ситуация порой возникает при просмотре оттисков, отпечатанных в типографии или сделанных на принтере в домашних условиях. Обстановка усугубляется, если при просмотре визуального образа мы имеем возможность сравнить его с аналогом из окружающего нас мира, с оригиналом или с цветопробным оттиском.

Любое сравнение изображений оригинала и оттиска или другого визуального образа почти всегда вызывает некоторое смущение, неопределенность и дискомфорт при подобном виде восприятия. Однако при отсутствии сравнения и/или проти-

вопоставления разных по своей физической природе визуальных образов одного и того же изображения и при условии соблюдения определенных технологических требований можно избежать аналогичных неудобств при восприятии визуальной информации. Если добиться простого психологического приближения оттиска или других визуальных образов к «идеализированному» и/или оригинальному гипотетическому изображению, то тогда мы создадим условия для естественного снижения напряженности и устраним многие противоречия, возникающие при восприятии у наблюдателя. Это возможно только благодаря тому, что у человека есть зрительный анализатор — глаз-мозг. Роль анализатора долгое время была сильно занижена или рассматривалась только в контексте его составляющих и без естественной связи.

В процессе восприятия в лучшем случае учитывался чаще всего глаз, точнее, рецепторы сетчатки глаза, но не мозг и тем более вся связка глаз-мозг. В дальнейшем стало понятно, что только благодаря анализатору при обработке зрительной информации возникает зрительный образ через ощущение (стимул) и восприятие (перцепт) у человека. Таким образом, если при восприятии

любого визуального образа присутствуют психологически узнаваемые элементы сюжета, то человек естественным образом и без внутреннего напряжения воспринимает информацию. Обеспечить психологическую узнаваемость необходимо для всей совокупности элементов, которая и составляет визуальную информацию, поступающую к человеку через канал связи глаз-мозг.

Цвет и его параметры (цветность — цветовой тон и насыщенность, светлота), градации и тоновое деление, контраст (цветовой и светлотный), контуры, фон, памятные и фирменные цвета, четкость и резкость, константные характеристики — вот далеко не полный перечень составляющих визуальной информации.

Модели и их «тени»

Профессор С. Стефанов сделал очень точное наблюдение, которое он сформулировал так: «Бесконечность переполнена содержанием, но не имеет формы, а у тени есть только форма — без содержания». Специалистам как теоретикам, так и практикам необходимо и то и другое: содержание и форма. Этого можно добиться только при условии использования моделирования.

О моделировании цветового зрения и цветовосприятия человек задумывался с незапамятных времен. Это хорошо заметно по становлению и развитию языка, цветообозначений и цветосопоставлений, а также по символике цвета в культуре каждого народа в нашем мире. Тем не менее, наиболее ярким примером является притча, рассказанная Платоном в произведении «Государство». Притча повествует о трех узниках, которые долгое время находились в пещере. Они были прикованы цепями таким образом, чтобы огонь и все объекты располагались за их спинами. Так что люди видели только свои тени и тени некоторых объектов, находящихся вне зоны их видения. Поэтому весь мир они вынуждены были воспринимать через тени и благодаря им — это для них была действительность и одновременно настоящая реальность.

Проведя продолжительное время в таких условиях, узники научились наблюдать за поведением теней и анализировать их взаимодействие, изменение формы, перемещение, геометрические размеры. Синтез накопленных знаний и наблюдений позволял им делать некоторые выводы о том внешнем и недоступном мире, который находился вне области их восприятия. Иными словами, действительный мир люди ощущали через искусственную модель, построенную на моделировании поведения теней от самих себя и никогда не виденных внешних объектов. Между тем некоторое время спустя одному из узников каким-то образом удалось освободиться и убежать из пещеры. После длительного заточения и нахождения в темноте он впервые вышел на свободу и увидел солнечный свет. Свет Солнца преобразил все вокруг, а действительность, естественный мир, реальные вещи и предметы предстали перед ним в совершенно другом свете. После долгих раздумий человек понял, что часто и в обычной жизни мы воспринимаем реальные объекты и действительные знания только как «тени».

Наши гипотезы, теории, модели, основанные на непосредственном или косвенном опыте и/или знаниях, данных нам априори и/или приобретенных в процессе обучения, соответствуют только определенному и настоящему моменту времени. Они, точнее сказать, соответствуют свойствам и определениям, включенным в красивую и не всем понятную категорию под названием «парадигма». По прошествии некоторого времени парадигма, как правило, изменяется, и многое из того, что составляло основу нашего мировоззрения, мы воспринимаем уже как «тени» из платоновской притчи об «узниках». Теории и модели изменяются, совершенствуются и модернизируются — меняются и их прикладные решения. На смену одним математическим моделям, измерительным приборам, техническим средствам и технологиям приходят другие. Они более совершенные и точные, но они все меньше оперируют непосредственными знаниями и опытом человека, а все больше абстрактными математически-

ми моделями. Они для нас загадка, «тени», с которыми человек работает как с «черным ящиком», имеющим вход и выход.

Такова нынешняя реальность. Основы ее были заложены еще 300 лет назад великим человеком, который воспринимал себя «маленьким мальчиком» на берегу великого океана знаний, — Ньютоном. А что же с цветом? С цветом обстоит все примерно так же.

Модели цветового зрения

В XIX веке многие ученые стали понимать, что глаз и мозг имеют к цвету непосредственное отношение. Юнг попытался одним из первых это сформулировать. Гельмгольц дополнил и развил его теорию — так появилась первая математическая модель цветового зрения, оказавшая огромное влияние на понимание проблем при восприятии цвета. В дальнейшем настоящая теория трехкомпонентного зрения была воплощена в огромном количестве прикладных решений, которые изменили нашу жизнь коренным образом.

Вначале появились цветная фотография, многоцветная печать, затем цветное кино, телевидение, компьютерные мониторы и дисплеи мобильных телефонов, коммуникаторов и многое другое, без чего мы уже не воспринимаем нашу жизнь. Вместе с тем еще на рубеже XIX и XX веков немецкий психолог и физиолог Э. Геринг обратил внимание на то, что в природе нет цветов, состоящих из красного и зеленого, желтого и синего. Это стимулировало его исследования, результатом которых явилась оппонентная теория цветового зрения.

Противоборство представителей этих двух направлений в подходах к изучению, моделированию и математическому описанию цветового зрения стало основой для формирования таких различных, на первый взгляд, направлений при описании цвета и его составляющих компонентов.

Исследователи и специалисты разделились на сторонников физического и психофизиологического направлений в развитии и формировании теории цвета. Примерно в первой четверти XX века успехи в экспери-

ментальных исследованиях и в теории были на стороне представителей физического подхода при изучении цвета, который основывался на теории Юнга-Гельмгольца и/или ее модификациях. Практически все усилия они направляли на изучение приемников-рецепторов в сетчатке глаза. Огромный массив полученных экспериментальных данных в основном подтверждал гипотезу Гельмгольца.

Однако развитие этой идеи шло по пути исследования и изучения только рецепторных механизмов формирования цвета. Этот подход не предполагал других взглядов на цветовую тему и прочих оценок при математическом формировании описания для моделирования процесса цветообразования. У истоков трехкомпонентного цветового смешения стояли Гельмгольц, Максвелл, Кенинг, значение и вклад которых в теорию цвета трудно переоценить. Вместе с тем их авторитет мешал другим исследователям взглянуть на цвет с другой стороны, хотя такие попытки, пусть осторожные и немногочисленные, все же были. Ярким представителем их считается Э. Геринг, но о нем чуть позже.

В начале XX века центр по изучению цвета переместился в австрийскую столицу — Вену. К экспериментальным работам, проводимым Ф. Эксерном и Ф. Кольраушем, присоединяется Э. Шредингер. Будущий Нобелевский лауреат не только модернизировал теорию Юнга-Гельмгольца, но и предложил свою математическую модель цветового пространства. В основу модели было положено понятие не цветовой плоскости и/или цветового треугольника, как у сторонников физического направления, а представление о сложном цветовом пространстве. Это пространство образует сложную аффинную геометрическую структуру, ядром которой служат три базисных вектора основных цветов. Определение цвета, предложенное Шредингером, сегодня можно найти в любом учебнике физики, психологии и в литературе по полиграфии.

Векторное цветовое пространство Шредингера (цветовой конус Шредингера) позволило ему перейти от качественных оценок

к их количественному представлению. Аналитический и графический анализ цветовых характеристик требовал точного математического описания цветового пространства. Построение строгой математической модели цветового пространства потенциально можно осуществить только при условии, что описываемая система является замкнутой. Теория трехкомпонентного зрения опирается на рецепторные механизмы цветового зрения человека, поэтому возникла необходимость учета этого фактора в качестве наблюдающей системы.

Исходя из этого требования, в 1924 г. Международная комиссия по освещению (МКО) в качестве такой системы приняла так называемый фотометрический Стандартный наблюдатель — МКО-24. Понятие наблюдателя МКО-24 стало стандартом. Он основывался на двух важных понятиях — функции относительной спектральной чувствительности для дневного (фотопическое) и ночного (скотопическое) зрения, а также на законе Эбни.

Кстати сказать, сумеречное (мезопическое) зрение характеризуется функцией с максимумами чувствительности, находящимися между этими крайними положениями. Таким образом, использование функций спектральной чувствительности (кривых видности спектра) позволило определять субъективные яркости отдельных монохроматических излучений. С помощью закона Эбни осуществляется переход от отдельных яркостей к яркости излучения сложного спектрального состава. Такой фотометрический подход активизировал развитие измерительной аппаратуры и измерительных методов, которые используются для спецификации цветовых стимулов. Иными словами, математические модели трехкомпонентного смешения и/или цветового ощущения создали все необходимые условия для развития колориметрических методов стандартного описания цвета.

Исследователи цвета и цветового зрения, приняв стандарт МКО-24, сделали важный шаг. Теперь цвет, цветовые ощущения анализировались в замкнутой системе, состоящей из наблюдаемых объектов (например, образцы цвета) и наблюдающей системы, какой яв-

ляется стандартный наблюдатель. Однако в силу определенных причин создатели стандарта не учитывали некоторые факторы, такие, как адаптация, угол зрения, удаленность, условия наблюдения, освещенность, индивидуальные различия, фон.

В 30-х годах XX века Райтом и Гильдом независимо друг от друга были получены экспериментальные данные о зрительных реакциях человека на положительные и отрицательные количества трех первичных излучений, которые были необходимы для уравнивания спектральных цветов. Эти данные вместе со стандартом МКО-24 стали основой для создания технологии по определению цвета. В 1931 г. метод был принят в качестве стандарта МКО-31.

Несмотря на то, что МКО-31 основывается на эмпирических данных и экспериментальных наблюдениях большого количества людей, эта система была предназначена для воспроизведения цвета, а не для его математического описания. При этом были сделаны некоторые важные допущения. Так, данная система не учитывала отрицательные количества первичных цветов при смешении, а оперировала нереальными первичными цветами. Цветовой охват, который получался при смешении нереальных цветов, включал в себя как нереальные цвета, так и цвета, соответствующие цветовому зрению человека, т.е. реально присутствующие в окружающем нас мире. С помощью математических преобразований нереальные цвета затем исключались и не учитывались в дальнейшем.

Метод, положенный в основу МКО-31, преследовал цель как можно более точного воспроизведения цвета образца при помощи аддитивного смешения трех основных цветов излучений. Оценивая их количество, пользователь, использующий стандарт, мог вычислить координаты цвета, что было очень важно для прикладных решений в науке, технике, на производстве, например, в полиграфии. Вместе с тем специалисты, создавшие новый стандарт, учли опыт применения МКО-24 и более строго определили условия применения стандарта МКО-31, что показано на рис. 99.



Рис. 99. Условия и основные определения стандарта МКО-31

Более строгий подход к определению факторов, влияющих на цвет и его восприятие, предопределило то, что МКО-31 применяется в науке и в некоторых областях техники до сих пор.

Однако данный стандарт имеет и некоторые ограничения. Из всего многообразия факторов, не учтенных в системе МКО, выделим следующие:

- особенности поверхности;
- текстура поверхности;
- покрытие поверхности;
- блеск;
- глянец;
- геометрия освещения;
- геометрия наблюдения;
- реальный наблюдатель;
- индивидуальные различия наблюдателей;
- метамерность образцов цвета;
- метамеризм излучения;
- метамеризм наблюдателя;
- метамеризм зрения;
- геометрический метамеризм;
- константность цвета или памятные цвета;
- цветовая адаптация;
- свойства красок, красителей, пигментов;
- фон;
- геометрические размеры образца цвета.

Несмотря на массу достоинств, присущих МКО-31, у стандарта есть один недоста-

ток, который оказывает огромное влияние на определение цветовых различий образцов цвета, — это неравномерность и/или неравноконтрастность цветового пространства. Данное свойство проявляется, когда одинаково воспринимаемым цветовым различиям образцов цвета противопоставляются разные изменения координат цвета. Это негативное свойство послужило главным аргументом при выборе новой и более универсальной модели цветового пространства во второй половине XX века.

Представителей психофизиологического направления в изучении цветового зрения и образования цветовых тонов заинтересовало одно любопытное наблюдение. Если взять чистый синий монохроматический цвет излучения и добавлять к нему чистый желтый монохроматический цвет, то постепенно смесь будет бледнеть, как бы выцветая, пока полностью не станет бесцветной. Если цвета излучений поменять местами — эффект будет тот же. Если проделать то же самое с другой парой цветов, например, выбрать красный и зеленый цвета, то феномен повторится.

Таким образом, Э. Геринг проанализировал спектр и пришел к интересному выводу, что все многообразие цветовых тонов можно получить и даже охарактеризовать и/или описать с помощью только четырех основных цветов: красного, зеленого, желтого и синего. Это возможно осуществить при од-

ном условии, которое определяется их независимостью друг от друга в смысле чистоты и отсутствия взаимного влияния.

Иными словами, цвета должны быть монохроматическими и не содержать примесей других цветов.

Важность выводов, к которым пришел Геринг, долгое время оспаривалась даже в кругу его единомышленников и психологов. Вместе с тем, он не остановился на этом, а создал теорию, известную под названием оппонентной теории Геринга. В основу ее он положил не первичные четыре цвета, а оппонентные цветовые пары цветов: красно-зеленую, сине-желтую и ахроматическую пару, состоящую из белого и черного цветов. Причем, ахроматическую пару он рассматривал как уникальную пару цветов.

Идеи оппонентности долгое время не подтверждались экспериментальным путем, и только во второй половине XX века нейробиологами были обнаружены оппонентные клетки, механизм работы которых хорошо иллюстрировал гипотезу Геринга.

Еще в 40–50-х годах прошлого века принимались многочисленные попытки математически формализовать оппонентную природу гипотезы, однако только в 50–60-е годы это удалось сделать американским ученым Л. Харвичу и Д. Джемсон. Они не только использовали идею, что хроматичность любого цвета определяется всего двумя цветами из оппонентных пар цветов, но и разработали метод количественного измерения цветовой оппонентности. Метод «вычитаний», предложенный ими, позволил связать функции спектральной валентности геринговских оппонентных пар с функциями смешения цветов, соответствующих стандартному наблюдателю МКО-31. Математическая модель Харвича и Джемсон позволила определять не только смешение цветов, но и рассчитывать цветовые функции, пороговые значения и цветовые различия. Примерно в этот же период времени (в конце 50-х годов XX века) серию блистательных экспериментов проводит Лэнд.

Во многом они повторяют опыты Юнга с той лишь разницей, что он эксперименти-

ровал с двумя фильтрами. Однако в качестве зрительных образов он выбрал сложные и абстрактные формы, но хорошо узнаваемых визуальных сцен. С помощью двух проекторов и двух фильтров ему удалось получить многоцветные изображения. Выводы, к которым он пришел, позволили ему предложить свою гипотезу цветового зрения.

Теория Лэнда основывается на некотором предположении, что в формировании цвета участвуют три канала (отдельных и независимых друг от друга), участвующих в сравнении светлоты и/или яркостей. В сложной сюжетной сцене они участвуют в определении контрастов между объектами и способствуют сохранению константных характеристик цвета, например памятных цветов. Гипотеза Лэнда предполагала, что сравнение светлоты объектов поверхности зависит от свойств отраженного света в зависимости от длины волны. Сравнение светлоты по его теории происходит где-то между сетчаткой глаза и корой головного мозга. Несмотря на то, что по физиологическим фактам она не выдерживала критики и не подтверждалась, теория Лэнда объясняла некоторые явления постоянства (константности) цвета, которые не могли быть объяснены теориями Юнга–Гельмгольца и Геринга.

Таким образом, светлотно — контрастная гипотеза Лэнда стала тем недостающим и связующим звеном, которое отсутствовало до сих пор между доминирующими в это время теориями оппонентного и трехцветного цветового зрения.

К середине 60-х годов прошлого века, начиная с 1964 года, окончательно сформировалось уже три направления, по которым исследователи шли к познанию цвета, цветового смешения и цветового зрения — это теории Юнга–Гельмгольца, Геринга, Лэнда. Все данные теории базировались на гипотезах, однако к этому времени было получено огромное количество экспериментальных данных, частично подтверждающих каждую из теорий в отдельности и не опровергающих ни одну из них в частности. Это, прежде всего работы Хьюбелла и Визела, а также Доу, Зеки и многих других. Как оказалось,

каждая из теорий не противоречит друг другу, а лишь дополняет знания о сложном процессе цветообразования.

Знания, накопленные физиками, психологами, физиологами, и весь предшествующий опыт математического моделирования пространства цвета, позволили исследователям рассматривать процесс как единое целое, состоящее из стадий и/или зон преобразования информации, поступающей в анализатор глаз-мозг. Такой взгляд на анализ и синтез цветовой информации в зрительном анализаторе инициировал создание комбинированных моделей цветового зрения, состоящих из двух и трех стадий преобразования цветовой информации.

Более подробно и наглядно информация показана в виде структурной схемы на рис. 100, где отображены этапы развития математического моделирования цветового зрения.

Даже беглый взгляд на структурную схему дает представление об истории развития математических моделей цветового зрения и о тех изменениях в наших знаниях, которые необходимы при изучении процессов цветообразования. Информационная структура цвета и многостадийность процесса ее анализа, преобразования, синтеза позволи-

ла исследователям создавать совершенно новые математические модели его описания и их прикладные решения, в том числе и для полиграфии на базе нейронных сетевых механизмов работы зрительного анализатора глаз-мозг. В итоге такой подход к цветовой информации в полиграфии привел экспертов к совершенно другим математическим моделям, основанным на восприятии цвета человеком-наблюдателем.

Прикладные модели цветового пространства МКО-76, МКО-94 предоставили пользователям и специалистам-полиграфистам возможность выполнять цветовые преобразования в более универсальном цветовом пространстве, не зависящем от конкретного типа и класса устройств, работающих с цветом в цикле ввод-вывод и/или оригинал-оттиск. Постепенно все работающие с цветом специалисты стали понимать и использовать достижения математического моделирования цветового зрения анализатора глаз-мозг в понятиях новой парадигмы — рабочего информационного потока. Использование понятий и свойств информационного потока в цифровом виде создало предпосылки для разработки и внедрения методов профилирования

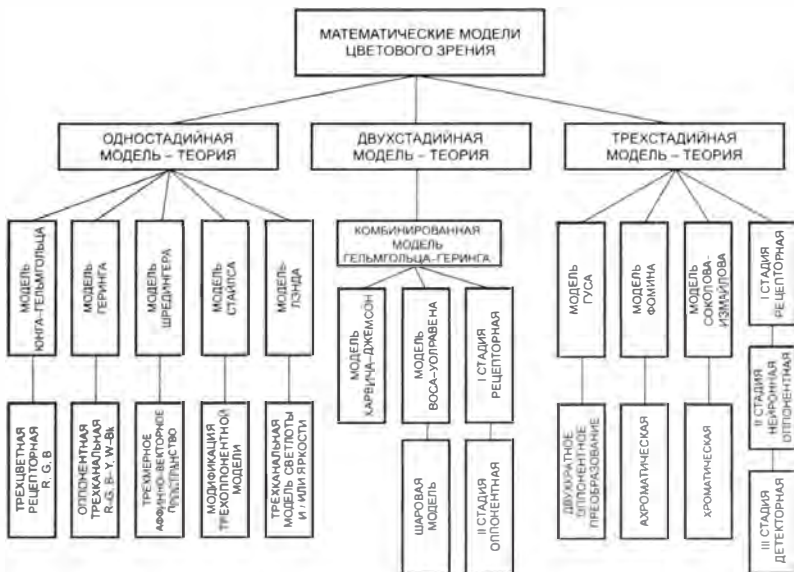


Рис. 100. Математические модели цветового зрения

цветовых устройств и процессов. Вместе с тем удалось принципиально решить задачу выполнения сквозной калибровки их и внедрения методов управления и контроля цвета в цикле ввод-отображение-формный процесс-вывод.

Зрительная информация и полиграфия

Для полиграфии источником информации (исходным и/или эталонным) всегда считались оригиналы, все многообразие которых рассмотрено в главе 8.

Современные способы воспроизведения полиграфических изданий, такие, как высокая и плоская и/или офсетная плоская с увлажнением печать, производят около 90–95 % всех изданий. Роль автотипных систем при этом очень велика. Метод, лежащий в основе всех процессов репродуцирования, сформирован на последовательном приближении репродукции к исходному оригиналу. До недавнего времени во многом он основывался на их субъективном сравнении, а также на многолетнем опыте высококвалифицированных специалистов как в допечатных процессах, так и при печатании. При таком подходе всегда искались оптимальные характеристики управляющего звена на каждом этапе автотипного процесса, условий и материалов, которые гарантировали бы успешное осуществление воспроизведения в оптимизированном режиме. Между тем успехи, достигнутые в моделировании, в экспериментальных исследованиях, создали необходимые условия для решения прикладных задач в различных областях деятельности человека и в полиграфии в том числе.

Поэтому появление стандарта МКО-76 и/или CIE-76 было логичным и стимулировало развитие как измерительной и контролирующей техники, так и новых технологий, использующих универсальную модель цветового пространства. Полиграфисты знакомы в большей степени со второй частью этого стандарта, известного по цветовому пространству CIE $L^*a^*b^*$. Стандарт является удачным симбиозом хорошо забытого старо-

го в лице психологически равноконтрастной системы Манселла и современных комбинированных моделей цветового зрения на базе идей Юнга–Гельмгольца и Э. Геринга.

Однако наиболее успешно осуществилось в нем совмещение оппонентных цветовых пар геринговских цветов, воплощенных в хроматических коэффициентах цветности a^* и b^* , которые отвечают за красно-зеленый и желто-синий диапазоны в цветовой плоскости. В итоге модель цветового пространства по форме напоминает сложную фигуру чем-то похожую на сферу и цилиндр. Вектор цвета в системе CIE-76 определен тремя его компонентами — светлотой и двумя коэффициентами цветности, которые фактически определяют цветовой тон и некоторым образом насыщенность цвета.

Стандарт CIE-76 воодушевил практически всех специалистов, работающих с цветом как в области теории и создания программного обеспечения, так и практиков на производстве в полиграфических комплексах. К сожалению, остался один существенный недостаток, который так и не устранен до сих пор, а именно: так и не удалось добиться полной равноконтрастности и/или равномерности цветового пространства системы CIE-76.

Проблемы с однородностью моделей цветового пространства были известны и до этого стандарта. Их иллюстрируют работы Мак-Адама (эллипсы Мак-Адама на диаграмме МКО-31) и Джадда, посвященные метрическим свойствам цветоразличения. Также было определено, что цветовые различия обладают свойством неаддитивности. Более того, разработчики стандарта CIE-76 при его создании ставили перед собой одной из главных задачу как раз найти эту возможность и решить проблему, но, к сожалению, этого им не удалось сделать в полной мере. Несмотря на это, создатели стандарта и разработчики прикладных решений для полиграфии поспешили объявить, что цветовая модель является колориметрическим равноконтрастным и/или однородным цветовым пространством.

Некорректность утверждения ввела в заблуждение пользователей, используя

ших стандарт и его различные приложения в своей практике и работе. И как тут не вспомнить платоновских «узников» и их модели «теней»! Для закрытых систем этот «несущественный» недостаток, может быть, и не имел определяющего значения, но с развитием и распространением в полиграфии открытых систем неравномерность цветового пространства уже имела значение. При определении цветовых различий ею нельзя было пренебрегать. Хотя надо отдать должное стандарту CIE-76 — он появился вовремя и в нужном месте.

Независимо от идеологии (закрытой или открытой систем репродуцирования) процесс имеет стадийный характер, то есть проходит последовательно аналитическую, градационную стадии и стадию синтеза. На этапе аналитической стадии промодулированные оригиналом лучистые потоки преобразуются в спектрально-фильтрованные реакции светочувствительных приемников или фотоанализаторов. В зависимости от устройства ввода информации ими могут быть как фотоэлектронные умножители (ФЭУ), так и ПЗС-линейки приборов с зарядовой связью. В последнее время стали применяться матрицы для интегрального считывания и преобразования визуальной информации. Результатом работы приемников-анализаторов являются реакции, которые могут анализироваться в виде фототоков и/или падения напряжения на элементах электрической цепи и даже в цифровой форме.

Цифровой анализ реакций сейчас считается самым распространенным видом и преобладает в современных устройствах ввода информации. На этапе градационной стадии происходит преобразование спектрально-фильтрованных реакций анализаторов в промежуточные реакции приемников как светочувствительных, так и не светочувствительных. В зависимости от числа красок каждая реакция преобразуется в промежуточное изображение, которое в дальнейшем используется при синтезе многоцветной репродукции. Единое цветное многокрасочное изображение — это репродукция. Она получается на стадии синтеза, когда не-

сколько однокрасочных изображений, соответствующих числу красок, объединяются в единое целое. На последующих стадиях при растривании и в формных процессах происходит преобразование сигналов тонового изображения в дискретные автотипные сигналы, точнее, в микроштриховые элементы растра. Таким образом, осуществляется автотипная дискретизация изображения и/или кодирование.

Результатом данного процесса является разделение автотипии на две группы элементов, которые запечатываются и не запечатываются краской при печатании издания. Элементы, запечатанные краской, называются печатными элементами, а свободные от краски — пробельными элементами. Затем визуальная информация переносится на материал-носитель, в качестве которого, как правило, выступают бумага или картон. Последовательность прохождения визуальной информации в цикле оригинал-оттиск по своей сути близка по идеологии современной модели работы зрительного анализатора.

Сами полиграфические системы приближаются по свойствам к информационным системам, использующим понятия рабочего потока и сетевого метода их организации. Современные репродукционные системы состоят из устройств, технологий, материалов, нацеленных на решение задач оптимизированной работы с визуальной информацией при минимальном участии человека-наблюдателя. Однако это им не всегда пока удастся делать в полной мере, и квалифицированные специалисты, работающие в индустрии цвета, еще долгое время будут востребованы. Вместе с тем эти системы умеют визуальную информацию собирать, анализировать, хранить, размножать, преобразовывать, передавать и перерабатывать без участия зрительного анализатора и мозга человека. По совокупности всех этих свойств репродукционные системы по праву относятся к классу технических информационных систем.

В полиграфии систему воспроизведения цвета и изображения в целом можно рассматривать как систему связи — ины-

ми словами, как информационный канал, в котором оригинал — это вход, а репродукция — это выход. Вследствие этого все полиграфические оригиналы, их промежуточные изображения и репродукции, которые являются плоскими изображениями, можно рассматривать как отправляемые сообщения (в аналоговом или цифровом виде). Зрительный образ и/или визуальную информацию можно анализировать в понятиях получаемого сообщения. Обобщая информационную природу полиграфической системы воспроизведения, можно представить ее в виде блок-схемы, показанной на рис. 101.

Действующие математические модели и компьютерное программное обеспечение позволили теперь рассматривать полиграфическую систему воспроизведения и весь цикл оригинал-оттиск в рамках динамической системы-модели, состоящей из совокупности понятий и свойств, принадлежащих информационным моделям.

Главным достоинством информационных систем считается то, что они являются саморазвивающимися, самоорганизующимися и самосохраняющимися, обладают высокоразвитой системой регулирования и обратной связью. Эта идеология активно внедряется сегодня в сферы полиграфического производства и включает в себя поня-

тия: рабочий поток, сквозная калибровка и профилирование рабочих устройств в цикле ввод-отображение-вывод. Объединяющим звеном, которое позволило воплотить эти идеи в полиграфии, по праву считаются математические модели цветового пространства, основанные на восприятии цвета человеком-наблюдателем: CIE-76, CIE-94 и их последующие модификации.

Развитие настольно-издательских систем в конце прошлого века привело к тому, что в полиграфию стремительным потоком хлынули новые измерительные и контролируемые приборы, средства отображения визуальной информации в виде мониторов, дисплеев компьютерных систем, устройств ввода информации (к которым относятся сканеры: барабанные, планшетные и другие), устройств пробной печати аналогового, цифрового и других типов, а также устройств печати и технологий согласования и управления цветом.

Стали внедряться новые полиграфические материалы и сокращаться отдельные процессы. Ситуация усугублялась тем, что все они могли быть изготовлены разными производителями и обладать разными свойствами в пределах одного класса оборудования и материалов и даже в одной партии при изготовлении. По этим и многим

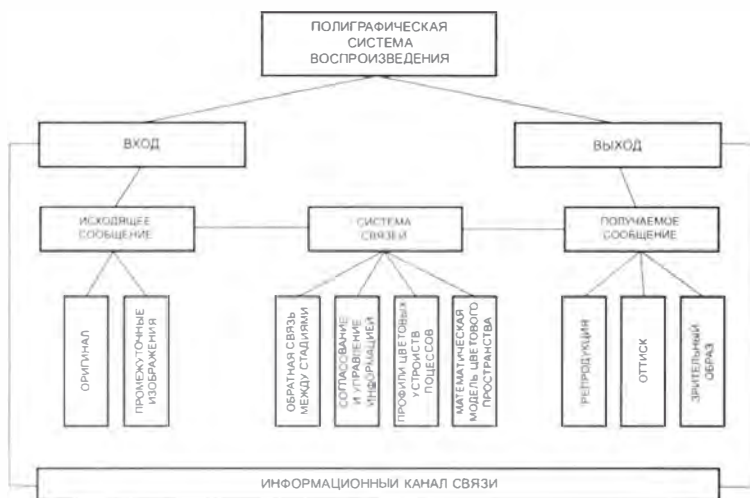


Рис. 101. Информационная природа системы воспроизведения цветных изображений полиграфическими средствами

другим причинам вопросы, связанные с управлением и согласованием цвета, приобрели первостепенное значение на каждом этапе репродуцирования.

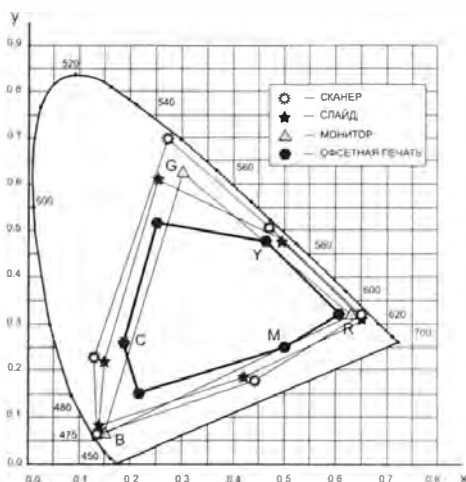
Значение роли, которую приобрели управляющее и контролирующее звенья и обратная связь между стадиями репродуцирования, стало стремительно возрастать. Сложные процессы в отрасли проходили на фоне потерь, связанных с утратой некоторых функций полиграфическими предприятиями в области дорецептурных процессов и частично в формных процессах. Открытые системы полиграфического воспроизведения тесно связаны с компьютерными системами и программным обеспечением. Это условие привело к тому, что в полиграфию пришли специалисты с компьютерным образованием, но не имеющие полиграфического представления о процессах репродуцирования и воспроизведения. Более того, человек-наблюдатель и специалист-полиграфист по цвету, как воспринимающая система и одновременно замыкающее звено, постепенно стали вытесняться из технологического процесса тоно-, цветовоспроизведения. Конечно, эти факторы не могли не отразиться на качестве выпускаемой продукции, которое стало не удовлетворять требованиям заказчика. Поэтому огромные усилия специалис-

тов, занимающихся аспектами цвета и в теории, и при внедрении прикладных решений в производство были сконцентрированы на решении этой системной проблемы.

Поиск оптимального решения заставил специалистов частично модернизировать математическую модель цветового пространства, что позволило уменьшить имеющиеся недостатки, связанные с неоднородностью модели, и скорректировать вычисление цветовых различий. Так появился стандарт CIE-94. Главным отличительным признаком стандарта 1994 года стал частичный отказ от декартовых координат при моделировании цветового пространства и переход к цилиндрическим координатам при планировании оттенков цвета и цветовых различий. Вектор цвета характеризовался тремя психофизиологическими параметрами: светлотой, цветовым тоном и насыщенностью цвета.

Активное внедрение компьютерных систем и средств визуального отображения изображений на мониторах компьютера обострило и межмодельные несоответствия представления цвета при вводе информации, ее отображении, пробной печати и печатании тиража. Во многом они связаны с преобразованием из математической модели RGB в CMYK, но и не только с этим. Эти противоречия имеют системный характер и, строго говоря, не могут в полной мере быть устранены. Причины, по которым эти различия нельзя устранить, связаны с тем, что модель работающих систем ввода и отображения соответствует математической модели — RGB-излучающей системе. Автотипная репродукция основывается на комбинации двух моделей излучающей (RGB) и «вычитающей», субтрактивной (CMYK и др.). И добиться их полной адекватности ни по структуре, ни по способу модуляции яркостей (светлоты), ни по характеру цветового синтеза на современном уровне не представляется пока возможным. Последнее утверждение можно проиллюстрировать на рис. 102, где показаны цветовые охваты устройств и процессов на графике цветности.

Особое внимание обращаем на то, что математические модели цветовых про-



странств RGB-, CMYK-устройств оказались аппаратно-зависимыми и не могли быть стандартизированы по объективным условиям. Поэтому выбор оптимальной характеристики при воспроизведении каждого оригинала (по определению, уникального и индивидуального) связан прежде всего с оценкой смысловой важности его составляющих признаков и сюжетных особенностей. Наиболее важными являются сюжетные детали, оптическая плотность и светлота, а также воспроизводимый диапазон цветов, соответствующий цветовой системе синтеза.

Поиск оптимальных характеристик тона, цветовоспроизведения — это очень сложная задача для всех систем согласования и управления цветом, которая так до конца и не решена. На сегодняшний день высококвалифицированный специалист по цвету и цветodelению выполняет эту операцию психологически точнее.

Другими словами, проблема цветокорректирования возникает из-за того, что оригиналы анализируются в аддитивных системах, а синтез изображений осуществляется

в субтрактивных или автотипных. При этом происходит нарушение основного классического условия цветоделения, которое было сформулировано Н. Д. Нюбергом еще в 30-е годы прошлого века. К тому же субтрактивным моделям присущи свои идеализации и математические абстракции. Это и идеальные краски (краски Гюбля), и неучтенные эффекты, связанные со светопроницаемостью запечатываемого материала (бумажной основы), увеличением площади печатных элементов для красочных слоев при последовательном наложении по сравнению с чистой печатной основой или сухих слоев краски (однокрасочная печать), уменьшением толщины красочных слоев для каждой последующей краски при последовательном наложении, и многое другое.

Все многообразие факторов, влияющих на качество тиражного оттиска, трудно предвидеть и тем более описать в математическом виде. Некоторые основные группы и их составляющие показаны на рис. 103.

Неустрашимые и неизбежно возникающие цветовые различия между оригиналом и

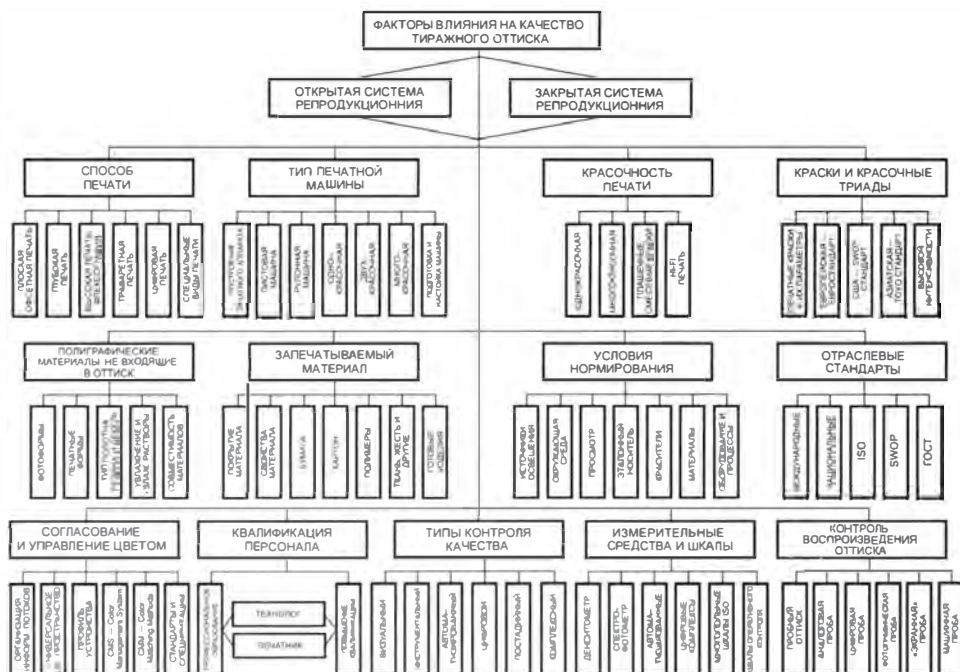


Рис. 103. Основные факторы, влияющие на качество тиражного оттиска

тиражным оттиском являются основной причиной возникновения конфликтных ситуаций при сдаче и приемке отпечатанного тиража издания. Природа визуальных конфликтов скрыта за вуалью «теней» математического моделирования цвета, цветового смешения, синтеза и во многом остается тайной для специалистов, занимающихся воспроизведением цвета и изображений в полиграфии.

Несмотря на различные противоречия и неопределенности, присутствующие в современном представлении о цвете и математическом его моделировании, специалисты наиболее часто сегодня используют комбинированную двухстадийную математическую модель. Эта модель представляет собой трехмерное цветовое пространство. В нем декартовы координаты совмещены с цилиндрическими. В трех декартовых координатах задаются и определяются два оппонентных цветовых канала (красно-зеленый (R-G), сине-желтый (B-Y)) и один неоппонентный бело-черный (W-Bk) яркостный канал (ступени серого). Воспринимаемые наблюдателем-человеком характеристики цвета задаются в цилиндрических координатах.

Так, горизонтальный угол в цветовой плоскости координат задает цветовой тон. Вертикальная ось относительно этой плоскости характеризует воспринимаемую яркость и/или светлоту. Расстояние в радиальном от этой оси направлении определяет насыщенность цвета. Такой подход позволил решить задачу единого описания смешения цветов (красок), характеристик излучения и чувствительности к яркости и/или светлоте. Комбинированная модель цветового пространства по многим показателям совпадала с результатами, полученными нейрофизиологами экспериментальным путем в опытах над животными с трихроматическим зрением.

Однако были выявлены и некоторые недостатки, которые в основном связаны с неаддитивностью цветовых различий и проблемами согласования малых и больших различий в единой модели. Также были отмечены некоторые несогласованности между ахроматической составляющей зрения — светлотой и/или яркостью излучения и

хроматической характеристикой на формирование насыщенности цвета. Для решения этих и некоторых других проблем, отмеченных в двухстадийных моделях цветового пространства, специалисты разрабатывают идеи нейронных механизмов зрения в рамках трехстадийной математической модели.

Согласование и управление цветом

Исторически ситуация в полиграфии складывалась таким образом, что специалистам приходилось создавать иллюзии. Зрительный образ объектов окружающего мира, который человек воспринимал естественным путем, необходимо было воспроизвести на плоскости с помощью средств полиграфического репродуцирования. Задача очень сложная, но она была решена за счет метода последовательного приближения оригинала к оттиску.

Процесс воспроизведения разбивался на этапы: ввод информации при сканировании, отображение ее на экране монитора компьютера, использование программного обеспечения для ретуши технической и цветовой, изготовление форм (фотоформ и/или печатных) получение пробных оттисков средствами цветопробы (аналоговой или цифровой) или на пробопечатных устройствах, печатание тиража издания. На каждом этапе информация подвергалась преобразованиям и частично терялась.

С этой точки зрения отличия, которые наблюдались между оригиналом и оттиском, вполне естественны, и избавиться от них не представляется возможным. Поэтому в утверждении, которое порой озвучивается, что необходимо воспроизвести информацию на оттиске максимально точно, как на оригинале, есть большая доля иронии и лукавства или, может быть, даже элементарного незнания фундаментальных причин их различия.

Основные причины, по которым невозможно обеспечить точность и идентичность воспроизведения оригинала на оттиске (печатном и пробном) следующие:

– в оригинале и в оттиске используются несовпадающие цветообразующие принципы и средства;

– значительные различия в спектральных характеристиках красок, пигментов, красителей;

– неидентичность цветовых охватов основных красок оригинала и многоцветного оттиска;

– существенные отличия в подложках оригинала и оттиска;

– различия в белизне и черноте;

– структурные отличия и микронеровности поверхностей и покрытий;

– несовпадение интервалов оптических плотностей;

– различный контраст и тоновая градация;

– расхождение по четкости;

– отличия в резкости;

– разрешающая способность при восприятии сильно отличается;

– условия восприятия не совпадают;

– принципиальные различия в материалах;

– оттиск растрован, а оригинал характеризуется непрерывным полутонem;

– при репродуцировании оттиск почти всегда имеет другие геометрические размеры.

Если проанализировать устройства отображения информации (мониторы и/или дисплей) и оттиск, то причины, по которым невозможно обеспечить идентичность воспроизведения информации между ними, такие:

- существенное различие в средах (дисплей — самосветящаяся и излучающая, оттиск — отражающая и читающая);

- значительные различия в спектральных характеристиках;

- различия в визуальном пространстве и фоне (двумерное динамическое для дисплея и двумерное статическое для оттиска);

- неидентичность цветовых охватов;

- отличия в белизне и точки «белого»;

- несоответствие моделей цветового пространства;

- использование межмодельных преобразований и математических вычислений;

- структурные отличия в поверхностях и покрытиях;

- различный контраст и тоновая градация;

- расхождение по четкости;

- отличия в резкости;

- разрешающая способность при восприятии сильно отличается;

- условия восприятия по освещению не совпадают;

- сильное несовпадение условий внешнего окружения;

- принципиальные различия в материалах;

- математические модели цветового пространства устройств воспроизведения аппаратно-зависимые;

- не совпадают геометрические размеры.

Вот далеко не полный перечень аспектов, с которыми столкнулись специалисты, занимающиеся тоно — и цветовоспроизведением в полиграфии.

Внедрение открытых систем в процесс полиграфического репродуцирования ситуацию только усугубило, так как весь процесс полиграфического воспроизведения превратился в незамкнутую систему. Эту систему практически невозможно было математически описать и формализовать в пределах единой модели. Системные проблемы требовали нахождения системных подходов в решении возникших трудностей. Идеи витали в воздухе, а потребность в их воплощении становилась насущной и необходимой. Поэтому цветовое сообщество и международный цветовой консорциум (ICC — International Color Consortium), начиная с 1993 г., попытались решить эту грандиозную задачу, используя понятия сквозной калибровки устройств, методов профилирования устройств и процессов рабочего потока.

Основные цели, которые перед собой поставили разработчики, следующие:

- реальное управление цветом;

- уменьшение и/или даже полное исключение влияния и участия человеческого фактора в процессе цветовоспроизведения, управление цветом за счет выполнения преобразования RGB–CMYK-средствами RIP-устройств по профильной идеологии ICC;
- прогнозирование результата цветовоспроизведения в цикле ввод-отображение-вывод;
- получение представления о реальном цвете до момента печати;
- работа с цветом в реальном масштабе времени в сети с удаленным доступом к устройствам ввода, отображения, вывода;
- обеспечение полной гарантии по совместимости аппаратного и программного обеспечений;
- корректный пересчет цветовых охватов;
- переход к «открытым» системам управления;
- обмен точной информацией о воспроизводимом цвете;
- доступность для пользователей процессов управления цветом.

Известная истина гласит, что «благими намерениями вымощена дорога в ад». Поэтому можно себе только представить, с какими трудными задачами столкнулись специалисты на пути к поставленным целям, и сколько нестандартных решений пришлось им найти во имя благих целей.

Давайте попробуем перечислить основные задачи, решение которых имело первостепенное значение:

- определение стандартных и нормированных понятий:
 - о окружения;
 - о просмотра; наблюдения;
 - о освещения;
 - о эталонного носителя;
 - о красителя;
 - о материалов;
 - о стандартного наблюдателя;
- разработка математической модели универсального цветового равноконтрастного (равномерного, одно-

родного) пространства для цветовых согласований, преобразований и оценки результатов;

- системное решение проблемы создания цветных изображений;
- поддержка дополнительных красок;
- поддержка полутоновых черно-белых изображений;
- разработка стандартного и единого механизма согласования устройств ввода, отображения, вывода по схеме: профиль — универсальная модель цветового пространства — профиль;
- создание единого стандарта для системы управления цветом (CMS — Color Management System);
- разработка и использование единого способа цветовых преобразований (CMM — Color Matching Methods);
- разработка базового метода перехода от одного цветового охвата к другому;
- воплощение в жизнь тезиса о доступности и открытости систем CMS для конечного пользователя;
- устранение и/или минимизация различий и искажений цвета при работе с устройствами ввода-вывода;
- формирование черного цвета при преобразовании 'CMYK'–CMYK;
- создание единой спецификации формата цветовых профилей;
- преобразование данных (без профиля) RGB-, CMYK-устройств средствами RIP-устройств и RIP-программ;
- управление цветом в программах верстки, векторной графики, графических редакторах изображений.

Эта грандиозная работа была проделана в кратчайшие сроки и сейчас все специалисты, работающие в индустрии цвета, используют стандарт ICC, например, в редакции ICC-1:2004-10 для версии файлов профиля 4.2.0.0, и его спецификации практически на всех этапах полиграфического воспроизведения. Более того, все операционные системы персональных компьютеров MAC OS, Windows используют и системы управ-



Рис. 104 Структурная схема нормативных документов разработанных для ICC-1:2004-10

ления цветом и методы его преобразования и согласования — CMS и CMM внедрены в ядро операционных систем.

Ярким примером программных комплексов, использующих идеологию ICC, считается программное приложение ColorSync для операционной системы MAC OS компьютеров фирмы Apple inc. Специалисты фирмы Apple не только осознали важность разработок ICC, но и активно принимали участие в разработках совместно с другими фирмами и под контролем международного цветового консорциума.

На сегодняшний момент спецификация международного консорциума по цвету, известная в версии ICC-1:2004-10, позиционируется как стандарт и используется в качестве технологии для управления цветом в изображениях при репродуцировании. Этот документ – эталон рекомендован для управления цветом в изображениях при цветовых преобразованиях в доредакционных и редакционных процессах, а также при организации и контроле прохождения информации в цикле ввод – вывод по технологии рабочего потока.

Спецификации стандарта определяют архитектуру системы обмена информацией, формат файлов профилей устройств, уча-

ствующих в цветовоспроизведении, а также структуру данных эталонных (базовых) моделей цветовых пространств и тегов — данных, несущих как обязательные данные, так и дополнительные и частные. Для неформального использования этого нового подхода в работе с цветом и тоном, авторы посчитали, что будет уместно привести структуру нормативных документов, которые были

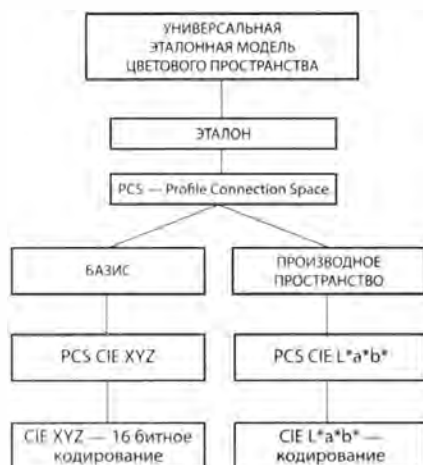


Рис. 105 Связь базовой и производной моделей цветового пространства в структуре эталонной модели

включены и/или учтены при его разработке. Структурная схема всего их многообразие приведена на рис. 104 и наглядно это демонстрирует.

Вся совокупность этих нормативных документов составляет основу и базу для построения прочного фундамента стандарта ICC-1:2004-10. Настоящий фундамент основан на колориметрических принципах — это позволило использовать для детального описания циклаввод – вывод колориметрию, начиная от оригинала при вводе (сканирование, цифровая камера) до оттиска (цветопроба, тираж, репродукция) на запечатываемом материале. Необходимо также отметить, что впервые был создан общий, универсальный, эталонный, единый интерфейс для цветовых преобразований на базе модели PCS-пространства (Profile Connection Space) и идеологии создания и использования профилей цветовоспроизводящих устройств ввода, отображения, вывода. Таким образом, был создан правдивый и/или непротиворечивый (по мнению его создателей) механизм передачи информации о цвете и тоне от устройства к устройству.

В основу фундамента данной архитектуры были заложены следующие определения и категории: колориметрическая базовая модель CIE XYZ и ее производная модель CIE L*a*b*, а также 2-градусный стандартный наблюдатель CIE1931, стандартный нор-

мированный источник света D50 с коррелированной цветовой температурой 5000 K и геометрия измерения 0/45 или 45/0 для отражающих поверхностей. Связь моделей цветовых пространств формализована и показана на рис. 105.

Для системы управления цветом постоянно необходима достоверная информация как относительно конкретного устройства, работающего с цветом, так и между отдельными стадиями и процессами репродукции.

Эти сведения востребованы ею для выполнения непротиворечивых преобразований данных о цвете и тоне между цветовоспроизводящими устройствами ввода, отображения, вывода, которые являются аппаратно-зависимыми, и аппаратно-независимыми данными, каковые содержатся по определению в PCS-пространстве. Поэтому CIE в публикации №15.2:1986 (колориметрия, второе издание) определила все модели цветовых пространств, которые должен поддерживать формат файла профиля каждого устройства, работающего с цветом. Более того, для обеспечения однозначного описания конкретной модели цветового пространства, все они рассматриваются как подмножества или производные от стандартной модели CIE XYZ.

Такая постановка задачи и принятые соответствующие договоренности и определения позволили установить, с точки зрения CIE, однозначный набор необходимых и достаточных связей между моделями цветовых пространств как аппаратно-зависимых, так и аппаратно-независимых. На схеме, приведенной на рис. 106, показаны как основные (базовые), так и производные модели цветовых пространств.

Согласно идеологии стандарта CIE, профили устройств ввода, отображения, вывода призваны поддерживать эти модели цветовых пространств и обеспечивать согласованную передачу данных при их преобразовании от устройства к устройству, работающих с цветом.

Иными словами, главное назначение профилей устройств (входящих, исходящих, целевых) — это обеспечение точного и без

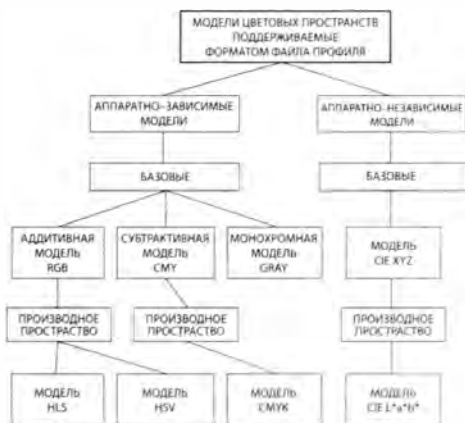


Рис. 106. Поддержка форматом файла профиля моделей цветовых пространств

потерь обмена информацией о цвете и тоне, внешних условиях, освещении, носителе и т.д. между устройствами в цикле ввод—вывод. Поэтому всем участникам этого проекта потребовалось приложить много усилий для создания новых измерительных приборов и комплексов, математических методов и алгоритмов, а также поддерживающих их работу и/или управляющих ими программных средств. Все это множество должно было обеспечить функционирование вновь созданных структурных связей и каналов, которые стали использоваться цветовой производящей системой в цикле ввод—вывод при репродуцировании от оригинала до тиражного оттиска.

Постепенно программное обеспечение ведущих фирм в области дорецептурных, формных процессов и печатания было доработано под требования стандарта ICC и его спецификации. Это позволило объединить их в единые комплексы, работающие в едином пространстве и в едином информационном рабочем потоке. Постепенно крупные современные полиграфические комплексы стали возвращать и некоторые ранее утраченные функции, относящиеся к дорецептурным и формным процессам. Этому способствовали и переход на технологию CtP, и хорошие возможности PDF-технологий, и возможности удаленного доступа к устройствам, к программному обеспечению, а также идеи рабочего потока. Принципиально удалось решить комплекс задач, связанных с требованием об исключении человеческого фактора из процесса цветовой производящей, и влияние на процесс в управлении цветом, когда выполняется преобразование RGB – CMYK.

Сегодня для RIP-устройств эта операция стала стандартной и опционной. Она выполняется в полном соответствии с идеологией ICC профиль — PCS-профиль – профиль.

Древние римляне повседневно использовали одну истину, суть которой можно выразить словами: «Спешите медленно». К большому сожалению, цветное сообщество очень легко поддавалось соблазну попробовать реализовать идеи ICC сразу на практике. Уж боль-

но заманчивой и простой, как всем тогда казалось, была идея цветового согласования «профиль–«to»–профиль». Поэтому желаемое выдавалось за действительное, а неудачи, которые за этим последовали, разработчики объясняли как временные явления.

Между тем технические и технологические полуфабрикаты-решения были стандартизированы и предлагались в качестве панацеи от всех бед и проблем — их предлагали для внедрения и использования в производстве.

По мере использования идеологии ICC в больших и малых полиграфических комплексах были выявлены следующие недостатки и ограничения:

- нет ясных спецификаций для CMM;
- не определен механизм взаимодействия с CMM;
- при описании внешнего окружения учитывается только эталонный носитель, но не учитываются условия просмотра для реального наблюдателя;
- отсутствуют полные гарантии аппаратной и программной совместимости;
- не устранены ограничения в математической модели универсального цветового пространства, участвующего в согласовании профилей;
- не устранены противоречия в описании стандарта ICC;
- есть неопределенность при описании материалов, являющихся носителем изображения (черно-белого, многоцветного, полутонового, векторного);
- существует неопределенность в описании точек черного и белого, а также блика в реальных условиях;
- имеется неопределенность при формировании теней;
- нет адекватной поддержки дополнительных красок;
- разрешено производителям средств ICC-профилирования использовать фирменные разработки для сглаживания и компенсации возникающих расхождений, различий и противоречий;

- профили, сделанные на оборудовании разных производителей для одного и того же устройства (ввода, отображения, вывода), отличаются по результату;
- нет стандарта на средства создания профилей;
- методы аппроксимации и интерполяции нестандартизированы;
- имеется очень большая вероятность возникновения существенных цветовых различий и расхождений при пересчете цветовых охватов устройств в результате интерполяции их численных значений;
- не стандартизировано программное обеспечение, участвующее в процессе профилирования;
- отсутствуют защитные механизмы против манипуляций с ICC-профилями;
- нарушаются основные принципы открытых систем, и происходит частичный возврат к замкнутым системам.

Совокупность этих и некоторых других факторов (не учтенных авторами) указывает на то, что идеология ICC находится еще в стадии «роста», становления и развития. Со временем «детский» период закончится, и в будущем, может быть, будут найдены такие решения, которые снизят и/или даже полностью устраним эти недоразумения. Технология ICC — это цифровая технология, успешно решившая многие аспекты цвета, связанные со стабильностью процесса воспроизведения. Эта технология стала настоящим полигоном, на котором отрабатывались комплексные методы сквозного контроля и полноценного управления процессом репродуцирования в полиграфии. Что само по себе уже немало и дорого стоит во всех смыслах! Несмотря на то, что идея цветового согласования, профиль-PCS-профиль, проста и технологична, она далеко не так совершенна, как хотелось бы ее создателям из ICC.

Прошло более 10 лет, а споры по поводу ее использования все еще продолжаются. Вместе с тем технологии, устройства, процессы, использующие достижения ICC-идео-

логии, постепенно проникают в нашу жизнь, быт и профессиональную деятельность. Эти ICC-достижения важны в нашем повседневном производственном деле, однако необходимо только помнить об их некоторых важных особенностях:

- профиль отражает свойства устройства и характеризует его только на момент измерений;
- данная технология не способствует улучшению качества, а лишь создает условия для точного обмена информацией о воспроизводимом цвете, тоне;
- параметры устройств имеют технический, технологический, статистический, вероятностный разброс и отклонения;
- необходимы специальное оборудование, измерительные приборы, программное обеспечение, контрольные и измерительные шкалы и электронные файлы описания этих шкал TDF (Target Description File);
- требуются определенная квалификация и культура при управлении процессами создания профилей устройств в цикле ввод-вывод;
- требуется время для выявления расхождений между изображением оригинала и оттиска;
- необходимы постоянный контроль и нормирование всех процессов: допечатных, формных и печатных;
- процесс обучения клиентов, сотрудников и исполнителей должен иметь постоянный характер;
- производственные затраты растут.

Возвращаясь к платоновской притче «о трех узниках» в свете проблем, возникающих при полиграфическом воспроизведении цвета и цветных изображений, необходимо помнить, что они, в основном, имеют глобальный и системный характер. Влияние человеческого фактора (обязательно профессионального) несоизмеримо меньше, чем влияние проблем, имеющих системную природу. Более того, роль наблюдающих систем только возрастает, и значение их как замыкающего звена все время усиливается.

Таким образом, конфликты, которые случаются на этапах ввода информации, ее отображения на экране монитора компьютера, при печатании тиража или в момент сдачи и приема отпечатанного издания, в большой степени предопределены нашими знаниями. Нашими знаниями о предшествующих знаниях, каковые сконцентрированы в теориях, математических моделях, прикладных решениях и технических средствах, измерительных и контролирующих приборах и инструментах. Выход из создавшейся ситуации авторы также проиллюстрируют на примере «узника», которому удалось выбраться из темной пещеры и увидеть реальный мир с помощью Света Солнца и благодаря Свету.

Поэтому мы видим выход из любой конфликтной ситуации только в правильном использовании наших знаний и опыта, отраслевых стандартов и нормативных документов, современных технологий и технических средств, а также в критическом отношении к рекламным заявлениям в области технологий. Свет, исходящий от методов математического моделирования цветового зрения и цветового пространства, позволит решить системные аспекты калибровки, профилирования устройств и процессов, а также надлежащим образом организовать рабочий поток визуальной информации при воспроизведении в полиграфии.



Заключение

Неизвестное неизменно присутствует здесь и сейчас, однако оно находится за пределами возможностей нашего нормального осознания. Для обычного человека неизвестное является как бы ненужной, лишней частью его осознания. Таковым оно становится потому, что обычный человек не обладает количеством свободной энергии, достаточным, чтобы отследить и уловить эту часть самого себя.

Карлос Кастанеда

Самая короткая дорога к поставленной цели — это та, которую вы знаете. Знания, как правило, приходят к человеку в результате непосредственного опыта и практики, обучения и размышлений, а также осмысливания полученной информации. Таким образом, происходит соединение различных элементов: с одной стороны — фактов, с другой стороны — степени нашего знания этих фактов и готовности их принять.

Эти знания становятся основой для генерирования новых идей, гипотез и теорий (моделей), которые в дальнейшем используются для создания измерительных и контролирующих приборов, образцов производственной и бытовой техники. Ученые по-новому осмысливают окружающую нас реальность — происходит смена парадигм, которая устанавливает новые правила, понятия, свойства при изучении систем нашего реального мира.

Новый подход заключается в том, что действительность окружающего нас мира воспринимается как единая глобальная сеть систем, обладающая свойствами единства, динамичности, двоичности, дополненности (противоположности). Такой подход заставляет пересмотреть механический подход к изучению систем реального мира и предлагает рассматривать каждую систему, технологию, модель-теорию как динамические процессы. Их взаимодействие осуществляется через различные группы связей в виде сложного сплетения процессов.

Каждая часть этого процесса зависит от предыдущего и последующего этапов, от внешних условий и принятых ограничений при рассмотрении его в понятиях и определениях, базирующихся на имеющихся знаниях в данный момент времени. Однако каждая из элементарных систем все равно остается замкнутой, что позволяет ее математически формализовать и количественно описать, используя математические модели.

Математические формы-модели осуществляют роль пятого элемента, который, как гласит легенда, Бог использовал для создания Вселенной. Вместе с тем эти понятия, определения и знания всегда должны рассматриваться и применяться только в контексте их приближенности и вероятной достоверности.

Таким образом, мы пришли к сетевому мышлению и цифровому представлению любой информации, а также к управлению информационными потоками в прикладном их использовании в технике и производстве.

Сетевое мышление рассматривает каждую наблюдаемую систему только вместе с наблюдающей системой, так как переход от возможности к реальной действительности совершается только в процессе наблюдения. Результат же наблюдения, как бы нам этого ни хотелось, никогда в целом не может быть точно предсказан. В данном случае можно говорить только о вероятности или, если быть математически точным, о функции вероятности ожидаемого результата наблюдения. Такая постановка вопроса позволяет описать не само событие, например оттиск в будущем тираже, а всю совокупность возможных событий, их связь и взаимное влияние друг на друга в процессе наблюдения. Процессы, структурированные таким образом, позволяют организовать количественную и качественную проверку всех параметров и свойств рабочего процесса на каждом этапе обработки и прохождения конкретной информации и всего информационного потока.

Теория цвета и цветовоспроизведения, допечатные и печатные технологии — яркий тому пример. Наблюдатель становится составной и неотъемлемой частью процесса, без учета которого невозможно найти достоверное решение при изучении и прикладном использовании исследуемой системы.

Использование технологами-полиграфистами основных понятий и свойств «нового» подхода к процессам репродуцирования позволило качественно изменить весь цикл допечатных технологий.

Сетевой подход и информационный рабочий поток, применяемые сегодня в полиграфии, позволили технологам в рамках единого и динамического процесса репродуцирования решить основную задачу полиграфии, а именно задачу качественного воспроизведения многоцветной иллюстрации в печати.

Каждая из технологий, будь то допечатная или печатная, рассматривается полиграфистами как общий процесс управления единым информационным рабочим потоком. Сквозное профилирование устройств ввода—отображения—вывода при использовании единой модели цветового пространства CIE L*a*b* и общего метода (принципа) межплатформенного блока (CMM — Color Matching Methods) и/или системы управления цветом (CMS — Color Management System) позволило качественно изменить весь цикл современных допечатных технологий и при этом значительно стабилизировать цвет и цветовоспроизведение многокрасочной иллюстрации на оттиске.

Цифровые технологии вместе с компьютерными решениями объединили полиграфические технологии в рамках единого процесса управления циклом оригинал—оттиск за счет создания информационного рабочего потока. Однако, главным и основным понятием, на совершен-

тование которого направлены допечатные технологии, остаются цвет и цветовоспроизведение. При этом цвет же формируется в мозгу у человека в виде ощущения (стимул) на начальном этапе в сетчатке глаза и последующего восприятия (перцепт) в высших мозговых центрах у человека—наблюдателя. Вследствие этого человек считается главной анализирующей и воспринимающей системой цветового информационного потока. Поэтому необходимо учитывать и помнить о роли наблюдателя-человека, как наблюдающей системы, у которого и возникает это виртуальное понятие — реальный цвет объектов окружающего нас мира.

В силу этих причин авторы уделили так много внимания разным аспектам цвета. История исследования цветового пространства очень противоречива и драматична. Изучением цвета занимались ученые и философы, поэты и музыканты, художники и психологи, физиологи и биологи. Совместными усилиями в трудной и многолетней борьбе теорий и гипотез они строили дорогу, которая привела человека к современным знаниям о цвете, пространстве цвета и математическим его моделям.

Знания, накопленные и сформулированные в виде идей, гипотез и теорий, порой противоречивы и на первый взгляд взаимно исключают друг друга. Хотя в каждой области знаний существуют свои представления о цвете, цветовом пространстве, простых и/или первичных основных цветах, тем не менее, очень сложно определить сущность цвета, так как она виртуальна по своей природе.

И все это происходит на фоне превосходных красок окружающего нас мира, мира, наполненного великолепием ярких цветов и цветовых ощущений, цветовых впечатлений от воздействия цвета на человеческий организм.



Приложение 1

ТЕХНОЛОГИИ ЦВЕТОДЕЛЕНИЯ КАК БАЗА ГИПОТЕЗЫ О ВОСПРИЯТИИ ЦВЕТА ЧЕЛОВЕКОМ

Только изобретая новые технологии, человек сумел компенсировать свои недостатки в силе, скорости, мощи и природных органах обороны и нападения и, таким образом, смог выжить. И этот процесс должен оставаться непрерывным до момента, когда цель разворачивания переходит в свою противоположность. Этот процесс имеет не только глобальный характер. Он присущ и локальным целям и задачам. Он присущ и технологиям полиграфии, и ее развитию.

В настоящее время компьютерные технологии внесли много нового и в терминологию. Поэтому для перечисленных ниже полиграфических технологий указаны и их компьютерные аналоги по терминологии.

И так в полиграфии существуют три технологии цветоделения:

1) традиционная технология цветоделения со скелетной градацией изображения для черной краски, чисто цветовой синтез, СМΥК-синтез, традиционный триадный синтез;

2) технология UCR (Under Color Removal), смешанный синтез, технология вычитания из-под черного;

3) технология ICR (GCR, Gray Component Replacement), ахроматический синтез, минимизация цветных красок за счет черной.

Традиционная технология цветоделения со скелетной градацией изображения для черной краски. При этой технологии черная краска наносится поверх трех триадных красок (желтой, пурпурной и голубой) в самых темных местах. Главное неудобство этой технологии связано с тем, что при печати максимальный уровень краски на самых темных участках оттиска достигает 400 % — по 100 % для каждой краски. И это в процессе печати оборачивается необходимостью тщательно просушивать каждый оттиск или использовать противоотмарочные порошки и жидкости во избежание отмарывания или перетаскивания краски.

Технология UCR известна в русской технической литературе и как технология вычитания из-под черного цвета.

Суть технологии состоит в замене при изготовлении цветоделенных фотоформ (печатных форм) трех цветных красок триады, присутствующих в одном элементе цветного оригинала, на эквивалентное количество черной краски на ее цветоделенной фотоформе (печатной форме).

При печатании цветных, особенно темных, изображений наибольшие проблемы возникают в самых темных местах изображения, поэтому резонно уменьшить количество триадных красок (СМУ) в тех местах, где будет нанесена черная краска, сократив тем самым их суммарное количество. Поэтому метод получил название в русской технической литературе «вычитание из-под черного цвета», или «уменьшение цветных красок». При использовании технологии вычитания из-под черного все тона, состоящие из равного количества триадных красок (так называемые «нейтральные», ахроматические тона), печатают черной краской. Технологию UCR при цветоделении применяют главным образом к темным зачерненным цветам, что практически не влияет на остальные яркие цвета и их светлые оттенки.

Технология ICR, минимизация цветных красок за счет черной (МЦК). Высокоскоростная многокрасочная листовая и рулонная печать создали проблему — отмарывание краски. Целесообразное и экономически выгодное решение этой проблемы при репродуцировании цветных изображений было найдено с использованием технологии минимизации цветных печатных красок и их эквивалентной заменой черной краской (технология МЦК) в местах изображений, где цветовой тон создается за счет тройного наложения цветных красок. Данный синтез цветного изображения на оттиске, где каждый цвет составлен из черной с добавлением только одной или максимум двух цветных печатных красок, принято определять в английской технической литературе термином ICR (GCR, Gray Component Replacement).

Сущность технологии ICR (МЦК) основана на том, что черная составляющая присутствует практически во всех оттенках цветного изображения, за исключением чистых цветов и их разбеленных оттенков, а не только в темных нейтральных тонах. В системе ICR оттенки создаются только тремя или меньшим количеством красок, причем одна из них всегда черная. При таком способе цветоделения максимальный уровень краски не превышает 300%. На практике полный или максимальный ICR-метод обычно не применяется. К трем краскам — двум цветным и черной — все же добавляется немного краски четвертого цвета. Однако этого оказывается достаточно для получения высококачественного изображения. Этим приемом пользуются нечасто, как правило, в изображениях, требующих насыщенности в темных оттенках и черном цвете. Такая модификация метода носит название UCA (Under Color Addition). Программные средства компьютерных издательских систем позволяют выбрать различные варианты технологии ICR (МЦК) или создать собственную кривую генерации черного цвета.

Печать черно-белого изображения триадными красками (СМУК-красками)

Прием, о котором пойдет далее речь, абсолютно нелогичен, но для достижения цели он вполне приемлем и оправдан.

А суть его такова: черно-белое изображение оригинала на оттиске печатают триадными красками (СМΥК-красками) со строгим соблюдением «баланса по серому». Тона черного (серого) получаются на оттиске мягкими с широтой градации, которую можно получить только при применении способа глубокой печати. Однако речь идет о применении способа офсетной и высокой печати. В последнее время этот способ находит все большее распространение. И все же при применении этой технологии нельзя говорить об экономии, так как очень невыгодно:

- печатать тремя цветными красками, чтобы получить черно-белое изображение на оттиске;
- печатать три цветных краскооттиска, совмещая их на оттиске, вместо одного с использованием только черной краски;
- строго соблюдать «баланс по серому»;
- печатать более дорогими цветными красками и использовать их в большом количестве, чем одной дешевой черной краской.

Цель, скорее всего, оправдывает средства, если эта цель — качество, и подтверждение этому — все более широкое использование данной технологии для синтеза черно-белых изображений в четырехкрасочных изданиях.

Если в журналах и газетах соседствуют цветные и черно-белые изображения, то печать черно-белых полутоновых изображений в четырехкрасочном режиме имеет как эстетический, так и практический смысл. «Четырехкрасочные» (СМΥК) серые тона выглядят богаче и обеспечивают больший контраст по сравнению с просто серыми, напечатанными с использованием одной лишь черной краски.

Основной риск при печати черно-белых изображений в режиме СМΥК — это появление нежелательного нарушения баланса «по-серому» (сдвига цвета) из-за превратностей печатного процесса.

Общие принципы создания изображения на полиграфическом оттиске

Для создания полутонового изображения на полиграфическом оттиске необходимы белая бумага и одна краска любого цвета, как правило, черного для создания однокрасочных изображений или три цветные — желтого, пурпурного и голубого цветов — для создания цветных (полицветных, многоцветных, многокрасочных) изображений. Необходимо также подчеркнуть, что краски, используемые при печати полицветных изображений, должны быть прозрачными. Они на оттиске работают как светофильтры, меняя цвет белого света освещения оттиска, который отражается с поверхности белой бумаги.

Из уже сказанного очевидно (особенно это явно из технологии ICR, GCR), что для создания полицветного (многоцветного) изображения на полиграфическом оттиске в процессе печати можно использовать всего четыре краски разного цвета (черный, желтый, пурпурный и голубой) плюс белый цвет поверхности бумаги. Также нам уже известно, что на белой бумаге можем получить на оттиске черно-белое изображение, если в процессе печати будем использовать только три цветные краски разного цвета — желтого, пурпурного и голубого. Однако для этого необходимо,

чтобы краски в процессе печати наносились в виде мелких точек, незаметных для глаза при восприятии изображения на оттиске.

Итак, черный, белый и серые цвета на оттиске можем получить при помощи трех цветных красок или только черной краски и белой поверхности бумаги. Различные оттенки цвета на оттиске можно получить при помощи белой поверхности бумаги, цветных красок по отдельности или парами, и черной краски с добавлением небольшого количества одной или двух из трех цветных красок — желтой, пурпурной и голубой. Печатные краски наносятся на поверхность бумаги в виде небольших по площади и незаметных для глаза точек, штрихов или линий.

И все эти особенности, которые были отмечены и относятся к синтезу черного, серого, белого и разных оттенков других цветов, существуют на практике при печати, и восприятие полиграфического оттиска возможно только благодаря особенностям человеческого глаза и его возможности воспринимать в определенном диапазоне электромагнитных излучений как свет.

Как человек видит цвет, или гипотеза $C(B+G) + Y(G+R)$

Было создано очень много гипотез и теорий о том, как человек видит свет и цвет. Некоторые из них были рассмотрены в данном изложении.

Авторами этого материала на базе изложенных выше технологий цветodelения и печати, применяемых в полиграфии, сделана попытка дать объяснение цветовому зрению человека. За основу гипотезы взято положение о том, что глаз человека не является источником излучения и работает как окрашенная поверхность, освещаемая светом. При этом спектр света разделен на три зоны — синюю, зеленую и красную, как в денситометре. Сделано допущение, что в глазу человека имеется множество, но только одного типа приемников энергии света. Из таких приемников состоит мозаичная поверхность глаза, воспринимающая свет. Принципиальная структура одного из приемников показана на рис. 107.

Приемник состоит из двух частей, которые работают как единое целое. Каждая из частей содержит по два рецептора — синий, зеленый и желтый, красный. Первая пара рецепторов (синий и зеленый) завернуты в пленку голубого цвета, а вторая (зеленый и красный) — в пленку желтого цвета. Эти пленки работают как светофильтры.

Как видно из рисунка, они связаны между собой живыми проводниками световой энергии в простой схеме — на первом уровне синий рецептор с красным, синий с зеленым и зеленый с красным, на втором уровне. Все три пары рецепторов связаны в одной точке (как при трехфазном токе «соединение звездой»).

Схема работает следующим образом:

- голубой светофильтр пропускает только две зоны спектра — синие и зеленые лучи света и поглощает красные;
- желтый светофильтр пропускает тоже только две зоны спектра — зеленые и красные лучи и поглощает синие;
- рецепторы реагируют только на одну из трех зон спектра света — на синие, зеленые или красные лучи;

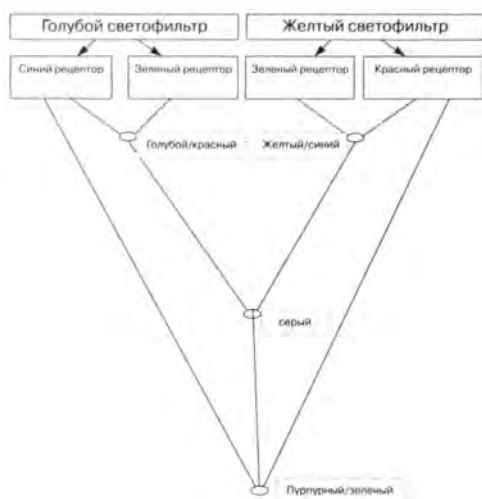


Рис. 107. Гипотетическая структура приемника энергии света человеческого глаза.

- на зеленые лучи реагируют два рецептора, которые находятся и за голубым, и за желтым светофильтрами. Чувствительность глаза в зеленой зоне спектра будет намного выше, чем у остальных двух — синей и красной. Это соответствует в экспериментальных данных чувствительности глаза;
- в зависимости от интенсивности падающего света, в каждой из трех связанных между собой пар рецепторов возникнет энергетический потенциал, который может быть положительным, отрицательным или нулевым. При положительном или отрицательном потенциале в каждой паре рецепторов должен воспроизводиться оттенок цвета, состоящий из двух зон спектра с преобладанием цвета одной зоны. При нулевом потенциале в отдельных парах должен воспроизводиться соответственно один из двухзональных цветов — желтый, пурпурный или голубой. Если все три пары рецепторов имеют нулевой потенциал, то должен воспроизводиться один из уровней серого (от белого до черного), в зависимости от уровня адаптации;
- когда энергетический потенциал создан только за счет световой энергии одного из рецепторов, то должен воспроизводиться один из однозональных цветов — синий, зеленый или красный;
- когда энергетические потенциалы в трех парах рецепторов разные, то в точке серого должен воспроизводиться цвет с преобладанием одного из шести цветов — синего, зеленого, красного, голубого, пурпурного или желтого. Но этот оттенок будет или разбеленным, или зачерненным, в зависимости от общего уровня световой энергии для всех трех рецепторов. Таким образом, воспроизведенный цвет будет всегда содержать ахроматическую составляющую (уровень серого). Этот уровень серого, усредненный для всех приемников глаза, и будет определять адаптацию (чувствительность) глаза к условиям восприятия;

- небольшие энергетические потенциалы (слабые оттенки цвета, сильно разбеленные или сильно зачерненные цвета, слабохроматические цвета, близкие к ахроматическим), возникающие долгое время в большинстве приемников глаза, если нет сравнительного эталона или если они не являются памятными цветами, то они будут выравниваться и дрейфовать к серому или преобладающему памятному цвету;
- нарушения в цвете фильтров, в чувствительности рецепторов или в проводимости цепей будут приводить к искажению восприятия световой энергии, а следовательно, к искажению воспринимаемого цвета (различные виды дальтонизма);
- сильные энергетические потенциалы, возникающие при длительном воздействии световой энергии большой мощности, могут вызывать восприятие дополнительного цвета при переносе взгляда на серое. Дополнительный цвет к желтому — синий, к пурпурному — зеленый, к голубому — красный или наоборот. Эти эффекты возникают потому, что должно произойти быстрое выравнивание энергетического потенциала в одной из трех точек схемы — желтый или синий, пурпурный или зеленый, голубой или красный.

Таким образом, при помощи простой энергетической схемы, состоящей из трех разных рецепторов, один из которых дублируется, и двух пленочных светофильтров можно моделировать восприятие любого оттенка окрашенного спектра света, который видит человек.

В данной модели восприятия цвета человеком учитывается только энергетическая составляющая спектра света, но не учитываются индивидуальные особенности человека, его возраст, профессия, эмоциональное состояние и многие другие факторы, которые определяют воспринимаемый цвет, который зависит не только от спектра света.

Цвет без света

Цвет зависит от частоты и/или длины электромагнитной волны излучения и/или видимого света, а также от восприятия световой энергии глазом преобразованной мозгом человека. Однако цвет может и не быть связан с энергией света, а вызван механическим воздействием на глаз («так ударил, что искры из глаз посыпались») или под воздействием химических веществ — галлюцинаций, цветных снов, или при сильных эмоциональных нагрузках и расстроенной психике, когда возникают разного рода видения.

В абсолютно темном помещении мы видим перед глазами разноцветное мерцание, словно наше зрение вырабатывает какие-то случайные реакции при отсутствии внешних стимулов.



Приложение 2

ДЕФЕКТЫ КАК КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФОТОФОРМ (ПЛЕНОК), ТИРАЖНЫХ ОТТИСКОВ И ГОТОВОЙ ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Заказчик оценивает только готовые для данного предприятия, выполняющего его заказ, продукты. Он не должен вмешиваться в организацию производственного и проведение технологического процессов при выполнении его заказа.

Для заказчика конечными продуктами являются фотоформы (принято и название «пленки») при условии, что они будут переданы из репро-центра (дизайн-бюро) на полиграфическое предприятие, или тиражные оттиски, из которых потом будет собираться тираж издания (книга, брошюра, журнал, газета) или производиться изделие (упаковка, этикетка).

Из сказанного можно сделать вывод, что заказчик оценивает только фотоформы, оттиски как базу для создания готового печатного продукта и готовое печатное издание или изделие.

Заказчик проводит оценку качества, как правило, визуально. Однако он может потребовать, чтобы ему показали результаты измерения количественных параметров или провели эти измерения в его присутствии.

На практике имеет место не совсем корректное поведение заказчика, который начинает сам мерить и предъявлять претензии исполнителю на повышенных тонах. И еще хуже: начинает указывать исполнителю, что тому следует делать.

Пусть даже заказчик и профессионал, но он все равно не настолько хорошо знает конкретное оборудование, проводимые на нем процессы и профессиональные особенности самого исполнителя, чтобы так агрессивно вмешиваться и требовать.

Конечно, если заказчик обладает опытом и профессиональными знаниями, он может высказать свое мнение в виде доброжелательного вопроса-подсказки.

Печатник — последний человек в производстве, с кем стоит обострять отношения (непосредственно или через других работников пред-

приятия). Печатник может помочь заказчику, нарушая нормы печати, если ошибка не его, а допущена при изготовлении цветоделения, хотя его возможности весьма ограничены.

Конечно, есть еще одна сторона. Вопрос об оценке бумаги (или любого другого материала, на котором будет проводиться печать), если этот материал приобретает заказчиком. Самое лучшее, если эта оценка будет проведена совместно с технологом (технологами) того предприятия, на котором будет выполняться заказ. У них больше практического опыта, профессиональные знания своего технологического процесса и производства в целом. Немаловажно и то обстоятельство, что они сами на нем и будут выполнять заказ.

Оценка качества фотоформ

Из-за дефектов на фотоформе могут возникнуть проблемы:

- при ее сдаче заказчику;
- при приемке в типографии;
- при передаче с участка вывода в формный цех в рамках одного предприятия.

Таким образом, если фотоформы изготавливаются в самом издательстве или «на стороне», в репроцентре, то в случае их брака неприятности бывают у издательства, заказчика или автора. Если же полиграфическое предприятие осуществляет полный цикл работ и само выводит фотоформы, то все проблемы решаются между работниками, не выходя за пределы организации.

Параметры оценки качества фотоформ

Изготовление фотоформ в современных репроцентрах и полиграфических предприятиях ведется по следующей схеме. Изображение фотоформы в электронном виде передается в лазерное экспонирующее устройство. При экспонировании лазерный луч (или лучи) создает в светочувствительном слое фотопленки скрытое изображение. Далее экспонированная фотопленка поступает на химико-фотографическую обработку (проявление, фиксирование, промывка водой и сушка) в проявочную машину. Обработанная и высушенная фотопленка с изображением и есть фотоформа, которая впоследствии используется для изготовления печатной формы.

При изготовлении фотоформ дефекты могут возникнуть из-за нарушения режимов экспонирования и обработки фотопленки, а также из-за неполадок в оборудовании или низкого качества фотоматериалов и растворов.

Даже при соблюдении всех указанных технологических и технических условий дефекты на фотоформе могут возникнуть из-за плохой организации труда, из-за плохо подготовленных к печати изображений оригиналов или из-за простого незнания требований, предъявляемых полиграфическими технологиями к изображениям, предназначенным для тиражирования полиграфическими средствами.

Чтобы лучше понять, каким образом следует оценивать качество фотоформ, определим базу сравнения — основные параметры и величины.

Такой базой может стать идеальная фотоформа, отвечающая всем требованиям технологического процесса. Эти требования определяются способом печати, применяемой технологией и материалами. Поэтому сразу оговоримся, что далее речь пойдет о комплекте цветоделенных растровых фотоформ для офсетной листовой печати на многокрасочной машине (печать «по сырому») на мелованной бумаге — на сегодняшний день это наиболее распространенный случай.

Для остальных случаев самое лучшее — определить и уточнить требования к фотоформам у ответственных работников предприятия, которое будет выполнять заказ на изготовление печатной продукции.

Идеальным можно считать комплект, содержащий цветоделенные растровые фотоформы со следующими характеристиками:

1. отсутствие царапин, заломов, посторонних включений и других механических нарушений;
2. минимальная оптическая плотность (оптическая плотность основы пленки + оптическая плотность вуали) — не более 0,15 D;
3. максимальная оптическая плотность для фотоформ, изготовленных лазерным экспонированием (с учетом плотности вуали) — не менее 3,60 D;
4. плотность ядра минимальной растровой точки не менее 2,5D (для измерения этого параметра нужен микроденситометр, что не всегда возможно);
5. минимальная величина относительной площади растровых элементов — не более 3 %;
6. наличие надписей названий красок;
7. углы наклона растровой структуры соответствуют заданным величинам для каждой краски;
8. линиатура растровой структуры соответствует заданной;
9. несовмещение изображений фотоформ одного комплекта по крестам — не выше 0,02 % от длины диагонали. Это значение учитывает допуск на повторяемость при лазерном экспонировании и величину деформации пленки.

Несоответствие фактического параметра норме определяется термином «дефект». Если такое несоответствие обнаружено хотя бы по одному параметру, фотоформа считается дефектной.

Оценка фотоформ

Вся оценка основывается на визуальном контроле, к которому может быть добавлен и инструментальный контроль с использованием денситометра и лупы, лучше 10-кратной и более.

Что должен проверить и оценить заказчик при получении фотоформ?

Рассмотрим основные параметры, которые визуально оценивает заказчик:

1. Комплектность фотоформ. Количество фотоформ должно соответствовать количеству печатных красок + фотоформа для изготовления форм для выборочного лакирования, если в заказе это предусмотрено.
2. Надписи красок на фотоформах. Если надписи отсутствуют, то их предоставляет представитель предприятия исполнителя, а не заказчик под диктовку исполнителя. При конфликтной ситуации это имеет решающее значение.

3. На просмотрном столе раскладывают весь комплект фотоформ без перекрывания и визуально проводят контроль на наличие царапин, следов пальцев, белых, черных и серых пятен, цветных оттенков, заломов, грязи, пыли, неравномерного фона (вуали), резких краев и прямых линий по формату изображения, больших областей с отсутствием растровых элементов в светах и тенях растровых изображений. При оценке по последнему параметру необходим оригинал.

4. На фотоформах должны присутствовать кресты совмещения, тестовые поля для денситометрического контроля оптической плотности плашки или целые контрольные шкалы для контроля градации изображения и баланса «по — серому».

5. Качество растровых элементов и штрихов (ореольность, недостаточная плотность и некачественность формы элементов и штрихов — рваные штрихи и точки) контролируют при помощи лупы.

6. Совмещение по крестам контролируют, совмещая фотоформы парами. За базу лучше брать фотоформу для голубой или черной краски (зависит от технологии цветоделения: при цветоделении «скелетной черной» — это голубая, для GCR (UCR) — черная). Последовательно накладывают фотоформы для других красок на одну из указанных и совмещают кресты, лежащие на одной диагонали. Несовмещение видно невооруженным глазом или в лупу.

7. Оценить цветоделение (если нет цветопробы) в первом приближении можно, если положить фотоформу для голубой (черной) краски на белой бумаге и прижать к ней. Если изображение воспринимается как хорошее черно-белое полутоновое изображение, то на 60-80 % (в зависимости от сложности изображения) можно считать, что цветоделение проведено правильно. При наличии цветопробы качество цветоделения оценивают по цветопробе (более подробно изложено далее).

8. Правильность угла наклона растровой структуры оценивают, совмещая изображения (совмещают сюжеты, а не кресты) всех цветоделенных фотоформ. На совмещенном изображении не должен быть заметен муар. Если заметен муар по всему изображению, необходимо убрать фотоформу для желтой краски, и если муар не исчезает, значит, допущена ошибка. Если заметен муар на отдельных сюжетных деталях изображения (чулки, занавески, галстуки — предметы, имеющие регулярные узоры), то налицо предметный муар. Заказчик сам решает — дефект это или брак.

9. Правильность линиатуры растровой структуры оценивают, буквально посчитав количество точек на одном квадратном сантиметре, используя лупу или измерительную сетку, которая должна быть у исполнителя заказа.

10. Если возникает необходимость, исполнителю следует провести измерения величин максимальной и минимальной оптической плотности и продемонстрировать эти замеры заказчику. Они должны соответствовать нормам.

Для оценки качества цветоделения используют несколько цветопроб.

Экранная цветопроба (softproof, видеоцветопроба) — получение пробного изображения на экране монитора издательской системы для оперативной визуальной оценки цветовых характеристик изображения после его ввода, обработки или коррекции цвета. Экранная цветопроба

необходима для оперативного согласования промежуточных или конечных результатов цветоделения издания между исполнителями.

Цифровая цветопроба (полутонная цветопроба) — цветопроба, на которой многокрасочное изображение не имеет полиграфической растровой структуры и источником получения которой служит изображение, представленное в электронной форме. Полутонную (цифровую) цветопробу можно получить, например, на цветных принтерах в издательских системах или специально созданном для этого выводном устройстве.

Аналоговая цветопроба (растровая цветопроба) — цветопроба, изготовленная перед печатанием издания с готовых тиражных цветоделенных фотоформ (как правило, для способа офсетной, высокой и флексографской печати) последовательным переводом на белую непрозрачную подложку голубого, пурпурного, желтого и черного (могут быть по необходимости использованы и другие цвета) пигментов в виде совмещенных цветоделенных растрированных изображений. Аналоговая цветопроба только имитирует, моделируя печатный процесс.

По большому счету, экранная цветопроба заказчиком не должна оцениваться. Это внутренняя цветопроба.

Цифровая цветопроба дает возможность оценить только шрифт, текст, геометрию изображения, верстку, цветовые пятна и цветовой контраст. По оттенку цвета цифровой цветопробы и оттиска могут не совпасть. Цифровая цветопроба до недавнего времени не имела (уже созданы программы имитации) полиграфической растровой структуры.

Аналоговая цветопроба (цветопроба с фотоформ, ее еще часто называют «хромалин») хотя и имитирует печатный процесс, но пигменты такие же или близки к пигментам полиграфических печатных красок, и, следовательно, к тому, что получим на оттиске. Проблема состоит в различии между подложкой цветопробы и тиражным запечатываемым материалом (тиражной бумагой).

Пробная печать — самая близкая по качеству к оттиску. Все параметры печати, материалы, технология выбираются соответственно, как и при печати тиража. Отличие только в скорости печати.

Вместе с тем полное соответствие между пробными и тиражными оттисками достигается только (в идеале, в теории и при определенном стечении обстоятельств) при машинной пробе. При машинной пробе печатная машина подготавливается для печати тиража, но печатают на ней только небольшое количество (25-100) оттисков. Машину переводят на печать очередного тиража, а оттиски или часть их отправляют на согласование. После исправления и изготовления новых печатных форм процедуру повторяют или печатают тираж издания.

Таким образом, все цветопробы ранжированы по стоимости. Самая дорогая из них — машинная цветопроба, зато она и самая точная для оценки качества, которое будет получено на тиражных оттисках в условиях реального тиража в будущем.

Подводя некоторые итоги, мы попытаемся в качестве рекомендации сформулировать некоторые простые правила, которые помогут вам избежать снижения качества фотоформ.

Во-первых, не принимайте фотоформы без оценки качества, как бы исполнитель ни заверял в том, что все хорошо. Особенно это опасно, когда возникают личностные, дружеские отношения между заказчиком и исполнителем.

Во-вторых, не упаковывайте комплекты фотоформ без прокладки между ними листов тонкой и чистой бумаги.

В-третьих, если есть возможность, не сворачивайте фотоформы в рулон. Если необходимо их перевезти в рулоне, то при первой возможности разверните и дайте отлежаться.

Перевозить рулоны фотоформ следует в тубусах.

По возможности, не беритесь за фотоформы, не вымыв предварительно руки с мылом. Все операции с фотоформами лучше всего следует выполнять, предварительно надев на руки специальные безворсовые перчатки.

Оценка тиражных оттисков заказчиком

Качество тиражных оттисков заказчик оценивает по подписному листу (если он или его уполномоченный сотрудник подписывал его ранее или в данный момент), по подписанному заказчиком оттиску предыдущего тиража издания (если заказ повторный) или цветопробе, согласованной (подписанной) с заказчиком.

Нельзя оценивать качество тиражных оттисков по оригиналу, тем более предъявлять претензии, когда цветопроба подписана, или это не оговорено особо и письменно. Это не прихоть, а требования организации технологического процесса.

Контроль соответствия цвета на оттиске лучше проводить по эталону, который заранее был определен при приемке заказа тиража. Эталон может служить цвет на материальном непрозрачном носителе, если печать проводится на непрозрачном материале, например, бумаге. Эталон может служить цветопроба и даже поле из веера «Pantone». Номер поля — всего лишь номер эталона и ничего более. Любое другое описание цвета — словесно, численно или по номерам красок веера «Pantone» — несет с собой долю неопределенности. Даже цвет печатной краски по вееру «Pantone» может на оттиске иметь другой оттенок, хотя бумага может быть такой же по сорту, типу и марке. В печатном процессе слишком много значимых факторов, которые заметно сказываются на оттенках цвета одной и той же краски.

Любая оценка цвета должна проводиться при нормированном источнике освещения. Такими источниками снабжены выносные пульта управления печатных машин и просмотрные устройства. Надежным источником является и солнечный неслепящий свет.

Перед тем как определить, что и как должен оценивать заказчик на оттисках, уточним некоторые термины и определения.

Корпоративный (фирменный) цвет — это оттенок цвета и сам цвет, которые являются определяющими в стиле фирмы или в стиле самого печатного издания (изделия). Как правило, этот цвет и оттенок присутствуют в фирменном знаке (марке, бренде).

Баланс «по серому» — это нормированное соотношение размеров растровых элементов на трех цветоделенных растровых фотоформах или

на трех цветоделенных растровых печатных формах для голубой, пурпурной и желтой красок, позволяющее получить на оттиске нейтрально-серый тон при печати триадными красками в условиях нормализованного процесса печатания (соблюдения норм подачи красок, баланса «краска-вода», давления и других условий). Баланс «по-серому» обеспечивает достоверную передачу ахроматической составляющей изображения оригинала цветными красками на оттиске.

Памятные цвета — это некоторые цвета хорошо знакомых предметов, которые часто встречаются в повседневной жизни. Памятные цвета являются неотъемлемым атрибутом данных предметов, например, желтый лимон, зеленая трава, оранжевый апельсин, красный помидор и пр. К памятным цветам относят и телесный цвет — один из самых сложных цветов для воспроизведения полиграфическими средствами. Памятные цвета используются в качестве тестовых при подготовке изданий к печати, нормировании процессов, а также при тестировании технологических процессов и репродукционного оборудования.

Подписной лист (эталонный оттиск) — оттиск, отпечатанный в печатной машине по окончании всех подготовительных технологических операций, который полностью соответствует требованиям заказа. Утверждается мастером печатного цеха, представителем заказчика или другим ответственным лицом и является эталоном при печатании тиража издания.

Что должен оценивать заказчик и как он должен это делать при необходимости?

При оценке отдельного оттиска заказчик оценивает оттиск, сравнивая с эталоном, цветопробой, пробным (машинным) оттиском или подписным листом:

- корпоративные (фирменные) цвета на оттиске, которые при заказе оговариваются;
- памятные цвета;
- баланс «по серому»;
- совмещение красок — визуально по четкости сюжета или в лупу по крестам совмещения красок;
- насыщенность цвета;
- наличие на оттиске марашек, двоение контуров, тенение и цветной оттенок на незапечатанных участках оттиска (в офсетной печати с увлажнением), отмарывание, царапины или другие механические повреждения запечатываемой поверхности;
- воспроизведение светов изображения (незапечатываемыми должны оставаться только блики на растровом изображении и только в плоской офсетной печати);
- воспроизведение глубоких теней изображения. В тенях изображения детали должны быть заметными, если они есть на пробе (подписном листе).

На контрольной шкале поле баланса «по серому» не должно иметь цветной оттенок, и поля бинарных цветов должны быть зелеными, красными и синими.

При оценке оттисков тиража заказчик выбирает из тиража или в процессе печати тиража отдельные оттиски от 3 до 9 экземпляров, напечатанных в разное время печати тиража издания, и сравнивает их между собой и с эталоном (подписным листом).

Оттиски между собой и по сравнению с эталоном должны иметь минимальные и почти незаметные различия оттенков цвета. Эти пределы будут разными для разных сюжетов, и единственным критерием оценки уровня качества выбираются либо памятные цвета, либо более жесткий критерий — корпоративный цвет. Но при всех случаях у заказчика не должно возникнуть желание что-то изменить, подправить или определить такими словами, как «лучше», «хуже», «не очень».

Оттиски не должны различаться по градации, отсутствию деталей в светах и глубоких тенях, общей насыщенности цвета и четкости деталей изображения.

При конфликтной ситуации необходимо провести визуальный и денситометрический контроль печати и оценить (проверить) рабочее состояние печатной машины по контрольной шкале печати с привлечением технологов предприятий. Необходимо также дать оценку качеству монтажей фотоформ, печатной формы, печатной краски, офсетного полотна и запечатываемого материала.

При разрастании конфликта необходимо привлечь независимого внешнего эксперта, которому доверяют обе конфликтующие стороны.

Конечно, чтобы быть понятым полиграфистами, заказчик как минимум должен знать хотя бы названия дефектов, чтобы ориентироваться, что смотреть, чтобы эти дефекты увидеть.

При приемке тиража готового печатного продукта заказчик придерживается такой же стратегии, как и при проверке качества оттисков. Оценка проводится на базе случайно выбранных экземпляров из тиража. Ни в коем случае нельзя проводить контроль по представленным исполнителем экземплярам. Заказчик сам определяет, из какой упаковки необходимо взять экземпляр. Оценка выбранных экземпляров проводится по методике, когда критерием оценки являются дефекты.

Итак, дефекты на фотоформе, оттиске и готовом печатном продукте по алфавиту:

Дефекты на фотоформах

Белые пятна на серебросодержащем изображении — следы испарения воды в виде каплеобразных белесых пятен на слайде, фотографии, фотоформе при плохо промытых фотоматериалах или при использовании загрязненной воды.

Белый налет на слайде, фотоформе — матовость (мутность) на прозрачных участках фотоформы, слайда, изготовленного на серебросодержащем материале.

Вуаль дихроическая — один из видов цветной фотографической вуали, которая возникает на неэкспонированных участках при обработке фотоматериала в медленно работающих проявителях, содержащих повышенное количество растворителей галогенидов серебра (сульфит на-

трия, аммиак, тиосульфат натрия), и имеет на непрозрачных материалах желто-зеленый оттенок, а на прозрачных — коричневатый.

Вуаль желтая — цветная фотографическая вуаль с коричнево-желтым оттенком на обработанных черно-белых серебросодержащих фотоматериалах.

Вуаль серая — визуально заметная ахроматическая вуаль на неэкспонированных участках фотоматериалов после их химико-фотографической обработки.

Вуаль цветная — фотографическая вуаль определенного цвета, искажающая цветовые характеристики изображения, вызванная нарушением условий обработки фотоматериалов или старением фотоматериалов и обрабатывающих растворов.

Градационные искажения на фотоформе — несоответствие (неидентичность) градационных характеристик изображений на оригинале и фотоформе.

Гранулярность фотослоя — неравномерность почернения равномерно засвеченного и обработанного фотоматериала, визуально воспринимаемая как состоящая из отдельных гранул разной величины.

Грубая обтравка изображения — неполное совпадение контуров подвергнутого электронному травлению изображения на экране с контурами обтравки.

Дефектная фотоформа — фотоформа, изготовленная с отклонениями по параметрам качества или имеющая механические повреждения, делающие ее непригодной для использования.

Деформация фотоформы — остаточное изменение линейных размеров готовых фотоформ, выходящее за пределы допуска отклонений от нормы для однокрасочной и многокрасочной штриховой и растровой печати.

Заваленные тени изображения на фотоформе — уменьшение количества различимых деталей (градационных уровней) в тенях изображения на оригинале, негативе, диапозитиве, фотоформе.

Залом на фотоформе — место перелома основы фотоматериала, фотоформы.

Затянута́тость между штрихами на фотоформе — повышенная величина вуали или минимальной оптической плотности между штрихами на фотоформе (негативе или диапозитиве), маске вследствие нарушения режимов экспонирования или обработки фотоматериалов (например, из-за истощения рабочих растворов), некачественности материалов или их ненадлежащего хранения.

Затянута́тость растровых просветов на фотоформе — повышенная величина вуали или минимальной оптической плотности между растровыми элементами на фотоформе вследствие нарушения режимов экспонирования или обработки фотоматериалов (например, из-за истощения рабочих растворов), некачественности материалов или их ненадлежащего хранения.

Зеркально перевернутая на фотоформе иллюстрация — не соответствующая технологическим требованиям зеркальность иллюстрации (левое/правое со стороны слоя) на фотоформе (при правильном тексте).

Зеркально перевернутая фотоформа — не соответствующая технологическим требованиям зеркальность текста (читаемый или нет со стороны слоя) или иллюстрации (левое/правое со стороны слоя) на фотоформе.

Зеркально перевернутая фотоформа на монтаже — не соответствующая технологическим требованиям зеркальность текста (читаемый или нет со стороны слоя) или иллюстрации (левое/правое со стороны слоя) фотоформы на монтаже.

Интерференционные кольца Ньютона на фотоформе — визуально заметные замкнутые темные непрерывные, тонкие концентрические штрихи, наложенные на основное изображение фотоформы, отсутствующие на оригинале.

Контрастное изображение на фотоформе — изображение на фотоформе с потерями полутонов в светах и тенях по сравнению с полутоновым изображением оригинала.

Косина иллюстрации — непараллельность противоположных сторон и перпендикулярность соседних сторон иллюстрации.

Косина фотоформы — непараллельность противоположных сторон и перпендикулярность соседних сторон изображения фотоформы.

Ложный абрис на фотоформе — появление визуально заметных границ (контуров) на полутоновом изображении, резко выделяющих отдельные градационные уровни серого или отдельные цвета и оттенки, не соответствующие структуре изображения (если это не художественный прием).

Муар на фотоформе — видимые, периодически повторяющиеся пятна (посторонний рисунок в виде сетки), полосы или линии, возникающие на фотоформах при наложении двух или более периодических плоскостных структур (растровых изображений) вследствие неправильного выбора угла поворота растровой структуры, при репродуцировании ранее растрованных изображений и прочее.

Мягкая растровая точка на фотоформе — растровая точка на фотоформе с большим ореолом и малой максимальной оптической плотностью в центре.

Не зачищена одна из красок на выворотке текста — изменение цвета текста на выворотке, появляющееся в случае, когда какая-либо краска фона на фотоформе не снята.

Недостаточный треппинг (нахлест) — наличие щелей (белые полосы поверхности запечатываемого материала — бумаги) между вывороткой и текстом, напечатанным по выворотке при несовмещении красок в допустимых пределах при печатании.

Нерезкое изображение на фотоформе — неотчетливое изображение с низкой (слабой) различимостью точек, контуров или мелких деталей на оригинале, полутоновой фотоформе.

Неровность края низколинейтурной растровой иллюстрации — наличие визуально заметных неровностей контуров растрового изображения на фотоформе (оттиске) в виде зазубринок на краях растровых элементов вследствие грубости структуры растра.

Несовмещение цветоделенных фотоформ на монтаже — визуально заметный сдвиг изображений фотоформ разных красок на монтаже при их совмещении.

Несовпадение распашных полос на фотоформе, на монтаже — визуально заметный сдвиг на фотоформе (на монтаже) строк текста, таблиц и/или частей изображения, печатаемых на распашных полосах.

Низкий контраст в светах изображения на фотоформе — слабозаметные малоконтрастные детали в светах изображения на оригинале, фотоформе.

Ореол растровой точки, штриха на фотоформе — недостаточная для копирования на формную пластину оптическая плотность пограничных зон растровых точек, штрихов на фотоформе.

Отсутствие мелких растровых элементов на фотоформе — наличие на изображении фотоформы светлой области без визуально различимых деталей, присутствующих на оригинале изображения.

Перевернутая полоса на монтаже — полоса, расположение которой на монтаже не соответствует макету (перевернутая под углом 180°).

Перевернутая иллюстрация на монтаже — иллюстрация, расположение которой на монтаже не соответствует макету (перевернутая под углом 180°).

Перекос фотоформы на монтаже — нарушение параллельности сторон фотоформы по отношению к другим иллюстрациям или строкам текста на полосе.

Пограничный эффект проявления — резкое уменьшение величины оптической плотности по контуру деталей изображения с оптической плотностью, сильно отличающейся по величине от соседних.

Помутнение монтажной основы — необратимое уменьшение прозрачности монтажной основы (появление матовости, мутности).

Потеря мелких деталей на фотоформе — отсутствие на фотоформе мелких элементов, присутствующих на оригинале вследствие нарушения условий технологического процесса изготовления фотоформы (экспонирования, растривания, химико-фотографической обработки).

Протравленные света на фотоформе — случайное удаление мелких элементов в светах изображения фотоформы при ее ретушировании и корректуре.

Пятнистость растровых изображений на фотоформе — темные и светлые визуально заметные пятна на растровых изображениях на фотоформе или на тангирных фоновых сетках вследствие попадания мелких частиц пыли между пленкой и контактным растром или разрядов статического электричества при разматывании и сматывании неэкспонированной фотопленки.

Разбалансирование «по-серому» на комплекте цветоделенных фотоформ — несоответствие соотношений размеров растровых элементов цветоделенных фотоформ, определяющее баланс «по серому» на оттиске, на отдельных градационных уровнях.

Растрескивание эмульсионного слоя фотоформы — механическое разрушение эмульсионного слоя фотоматериалов в виде микротрещин разной длины и случайного направления, как правило, при пересушивании материала или по сгибу при сильном изгибе.

Рваная растровая точка — растровый элемент на фотоформе с неровным звездообразным контуром (краем).

Рваное очко на фотоформе — визуально заметные разрывы непрерывной линии начертания буквы или знака на оригинале или фотоформе.

Рванный штрих на фотоформе — визуально заметные разрывы непрерывных штрихов и линий на штриховом оригинале или фотоформе.

Ретикуляция — плавление (коагуляция, слипание частиц желатина в слое) эмульсионного слоя фотоматериалов под воздействием высокой температуры проявителя, фиксажа или промывочной воды.

Ростиск на монтаже фотоформ — неправильный спуск полос, приводящий к нарушению последовательности чередования страниц в тетради.

Рыжее изображение на фотоформе — нарушение ахроматичности с появлением желтого оттенка на изображениях текста, штриховых, полутонных и растровых иллюстраций на фотооригинале или фотоформе (диапозитиве, негативе), изготовленной на серебросодержащих фотоматериалах.

Рыхлая растровая точка — мелкая растровая точка на фотоформе с сильным ореолом и неровными краями.

Сдвиг строки при сбое растрового процессора (RIP) — смещение на несколько пикселей влево или вправо одной или нескольких строк при экспонировании фотоформ (печатных форм) в лазерном выводном устройстве издательской системы.

Серая растровая точка на фотоформе — растровая точка на негативе (диапозитиве) с сильным ореолом и максимальной оптической плотностью менее 1.5D.

Скручиваемость фотоформы — деформация поверхности оригинала (фотоматериала, фотоформы), в результате которой он полностью или частично приобретает форму цилиндра вследствие изменения внешних условий или при одностороннем смачивании.

Слабое фотоизображение — фотоизображение на оригинале, негативе, диапозитиве, фотоформе с малым интервалом оптической плотности.

Старение серебросодержащих изображений — необратимое самопроизвольное изменение цвета и контраста изображений, изготовленных на серебросодержащих фотоматериалах, при длительном хранении, например, архивных материалов.

Сыпь на фотоформе — черные, с максимально высокой оптической плотностью случайно расположенные (разбросанные) точки, различимые на изображении негатива (диапозитива, фотоформы), изготовленного на серебросодержащих фотоматериалах, вследствие изменения свойств рабочих растворов при химико-фотографической обработке.

Трещина на монтажной основе — механическое нарушение целостности монтажной основы в виде неполных разрывов, щелей, заломов и пр.

Уколы на фотоформе — прозрачные точки, визуально заметные на участках с максимальной оптической плотностью фотоформы (негатива, позитива), изготовленной на серебросодержащем фотоматериале.

Фрикция — почернение на диапозитиве из-за трения или давления фотоматериала до экспонирования.

Царапина на монтажной основе, оригинале, фотоформе — механическое повреждение поверхности монтажной основы оригинала, фотоформы в виде полоски при движении по нему тонкого и острого предмета.

Дефекты при офсетной печати и на офсетном оттиске

Волнистость оттисков — неровность с нарушением плоскостности поверхности листа бумаги в виде возвышений и впадин неправильной формы, как правило, в поперечном направлении по краям листа.

Ворсинки на изображении оттиска — белые волосообразные непропечатанные участки на оттиске, особенно заметные на плашках и в тенях изображения.

Выщипывание — разрушение печатного слоя бумаги (пленки) с краской по краям печатных элементов в процессе печатания и переход частиц бумаги и краски на офсетное полотно.

Двоение — двойное воспроизведение (с небольшим смещением) на оттиске одного и того же печатающего элемента. Обычно смещенное изображение печатающего элемента имеет меньшую интенсивность, чем основное. Этот дефект существенно изменяет цветовые характеристики, снижает резкость изображения и, таким образом, заметно ухудшает качество воспроизведения и сказывается на восприятии изображения.

Дробление — воспроизведение на оттиске одного и того же печатающего элемента дважды — со смещением. Второе изображение деформируется в форме «огурца». Часто дробление аналогично по результатам двоению печатных элементов на оттиске, но вызваны они разными причинами.

Жирный оттиск — контрастное, черное, перенасыщенное изображение на оттиске, связанное с чрезмерной подачей печатной краски на печатную форму.

Завал теней — уменьшение количества различных деталей (градационных уровней) в тенях изображения на оттиске.

Загрязнение оттиска — присутствие на оттиске, в том числе и на незапечатанных его участках, пятен краски, масла, клея или других веществ и растворов, что сильно снижает его эстетическое восприятие и, как правило, приводит к браку.

Задир мелованного слоя — выдирание в виде полосок верхних слоев в мелованном слое бумаги в процессе печатания.

Марашка — мелкие, визуально заметные на оттиске следы краски от печатных элементов, которых нет на фотоформе, белые пятна, свидетельствующие об отсутствии целых фрагментов изображения. Обычно марашки возникают при попадании на печатную форму или на офсетную резиноктаневую пластину посторонних частиц (кусочков бумаги, засохшей краски, пыли и др.), которые создают дополнительные (паразитные) печатающие элементы или уничтожают часть их поверхности.

Муар на оттиске — видимые, периодически повторяющиеся пятна (посторонний рисунок в виде сетки), полосы или линии, возникающие на оттиске при наложении двух или более периодических плоскостных структур (растровых изображений) вследствие плохой приводки печатных красок, незначительного смещения печатных форм по отношению друг к другу, при использовании фотоформ, имеющих муар, и в других случаях.

Нарушение «баланса по серому» — нарушение нейтрально-серой составляющей цветного изображения на оттиске вследствие отклонения подачи краски (красок) от нормы и/или нарушения режимов печатания. Например, увеличение давления в одной из секций многокрасочной печатной машины, скольжение, неправильное цветоделение и пр.

Неприводка лица и оборота — несовпадение форматов полос набора на двух страницах одного листа издания. Колонтитулы, колонцифры, строки (особенно верхние и нижние) не совпадают при рассматривании на просвет.

Непропечатка — дефект, выражающийся в том, что краска с части печатающих элементов не передается на бумагу. Отсутствие части печатных элементов одной или нескольких красок на оттиске. Провал на оттиске части изображения или его отдельных фрагментов (как правило, в светах), присутствующих на печатной форме, возникает вследствие плохой отладки красочного аппарата печатной машины, повреждения накатных валиков, продава резинотканевой пластины, дефекта печатной формы, невосприимчивости краски печатающими элементами формы и пр.

Несовмещение красок — линейное и/или угловое смещение изображений, выполненных различными печатными красками на оттиске при синтезе многокрасочного изображения в процессе печатания. Несовмещение красок происходит вследствие плохого качества выполнения приводки, приладки печатных форм или изготовления самих цветоделенных фотоформ, а также из-за деформации фотоформ, офсетных печатных форм, дефектов монтажа, неточности подачи и/или передачи листов бумаги, деформации бумаги при изменении ее влажности в процессе печатания и других причин.

Несовмещение текста по выворотке — смещение выворотки текста по фону, которое превышает величину правильно выполненного трепинга (перекрывания контуров, нахлеста), вследствие чего появляются белые зазоры между выворотным текстом и текстом, напечатанным по выворотке.

Осыпание краски (меление) — отделение, шелушение или стирание под действием легкого трения слоя печатной краски после высыхания оттиска по ряду причин: высокой впитывающей способности бумаги, излишне жидкой и быстровпитывающейся печатной краски, повышенной кислотности увлажняющего раствора или его чрезмерной подачи.

Отмарывание — дефект, при котором печатная краска сразу после нанесения переходит с запечатанной стороны предыдущего оттиска на обратную сторону последующего. Отмарывание можно уменьшить или полностью устранить применением противоотмарывающих средств (специальных порошков, силикона, специальных материалов для покрытия передаточных цилиндров и пр.).

Перетискивание — переход на последующий оттиск не полностью закрепившейся на оттиске печатной краски под действием веса стопы. Перетискивание — отмарывание, которое может произойти при накоплении высокой стопы оттисков на выводном устройстве, а также при плохом закреплении краски, медленном ее высыхании на оттиске, вследствие неправильного подбора краски и бумаги, насыщенности изображения, чрезмерной подачи печатной краски и других причин.

Потеря контраста — снижение контраста на оттиске в процессе печатания тиража вследствие нарушения технологических условий печати (эмульгирования краски, уменьшения вязкости краски).

Пробивание краски — проникновение печатной краски через бумагу на ее обратную сторону. При этом качество оттиска снижается по мере впитывания краски. Явление чаще всего наблюдается при применении красок, приготовленных на невысыхающих связующих — фирнисах.

Провал светов — отсутствие растровых элементов одной или более красок в диффузионных светах (самые светлые участки изображения, в

которых еще заметны детали) полутонового изображения на оттиске. (Блики на изображениях не рассматриваются как дефекты, так как это необходимая деталь изображения.)

Продольное или поперечное полошение — образование на оттисках визуально заметных продольных или поперечных полос в процессе печатания в печатной машине. Полошение может возникнуть из-за плохой регулировки печатного и красочного аппаратов, а также из-за износа или повреждения красочных валиков, биения накатных валиков, цилиндров или зубчатых передач печатной машины.

Просвечивание — визуально заметные полосы страниц оттиска с обратной стороны запечатываемого материала.

Пятнистость плашки на оттиске — визуально заметная неравномерность распределения краски на оттиске в виде пятен на поверхности плашки.

Разнооттеночность печати — визуально заметные колебания цвета (при многокрасочной печати) и насыщенности черного (при черно-белой печати) на разных оттисках одного тиража.

Разнооттеночность оттиска — неравномерное распределение краски на фоновых участках оттиска, вследствие, например, эмульгирования краски, плохого перехода краски на печатную форму и на оттиск, плохого закрепления последующих красок на оттиске при многокрасочной печати, особенно при печатании по технологии «сырая по сырому».

Растискивание — увеличение размеров печатных штриховых и растровых элементов на оттиске в процессе печатания, что приводит к градационным и цветовым искажениям на оттиске.

Растровая розетка—муар, характерная красочная точечная фигура, созданная наложением нескольких регулярных точечных растровых структур, повернутых друг относительно друга под определенным углом (0°, 15°, 45°, 75°), образуемых разными красками. Периодичность розеточного муара принято оценивать повторяемостью розеток на единицу измерения.

Рваный штрих — визуально заметные разрывы штрихов и линий штриховых изображений на оттисках, что приводит к ухудшению качества текста и иллюстраций в издании.

Серая печать — малоконтрастное, серое при черно-белой печати, несочное изображение на оттиске, связанное с недостаточной подачей печатной краски к печатной форме или с недостаточным давлением; это черно-белый оттиск с малым контрастом между фоном и запечатанными участками.

Складки и морщины — деформации, плиссирование на бумаге (оттиске), полученные при изготовлении бумаги, при ее намотке на рулон или при прохождении бумаги через печатную машину в процессе печатания.

Склеивание оттисков — соединение (слипание) касающихся поверхностей оттисков вследствие плохой впитываемости краски и высокой остаточной липкости красочного или лакировального слоя.

Скручивание оттисков — деформация поверхности листа оттиска, в результате которой он полностью или частично приобретает форму цилиндра. Происходит это в связи с изменением внешних условий либо одностороннем смачивании листа при прохождении бумаги через печатную машину.

Смазывание — дефект процесса печатания, возникающий при скольжении двух поверхностей в зоне контакта печатания. Смазывание приводит к утолщению линий в направлении скольжения и к превращению точечных растровых элементов в кометы, ориентированные по направлению скольжения.

Тенение – наличие покрашенных микроучастков, обычно в виде тени, сыпи, скопления точек и т. п. на пробельных участках оттиска.

Царапины на оттиске – механическое повреждение поверхности оттиска в виде полоски при движении по нему тонкого и острого предмета.



Приложение 3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОТТИСКОВ

Доверяй, но проверяй.

Русская пословица

Технический персонал 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.

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 охарактеризовать 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 тонов, 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. Проследить 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 репродуцирования — 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 пото-

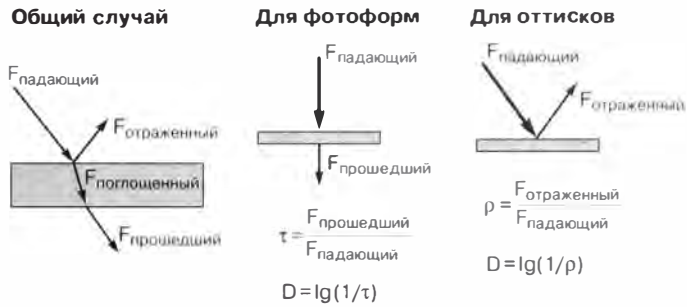


Рис. 108. Физический смысл понятия «Оптическая плотность»

ков) на всех этапах технологического процесса, желательно применять денситометры одного производителя.

Денситометры

Денситометрами называются оптико-электронные приборы для объективного контроля качества полутонных 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. 108).

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.

Принципиальные схемы построения денситометров

В денситометрах, работающих в отраженном свете (рис. 107), 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

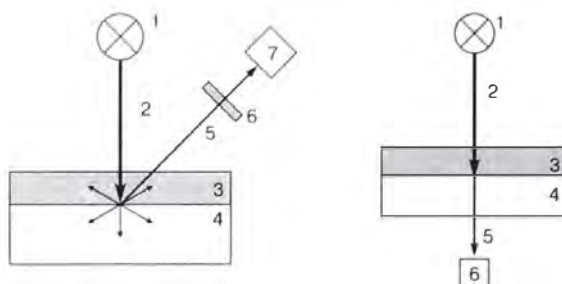


Схема построения денситометра для работы в отраженном свете: 1 — источник света; 2 — падающий нормализованный свет; 3 — слой краски; 4 — непрозрачная подложка; 5 — отраженный поток света; 6 — светофильтр; 7 — приемник света.

Схема построения денситометра для работы в проходящем свете: 1 — источник света; 2 — падающий нормализованный свет; 3 — проявленный фотослой или слой красителя; 4 — прозрачная подложка; 5 — прошедший поток света; 6 — приемник света.

Рис. 109 Денситометрия.

контроля оригиналов, изготовленных на непрозрачной подложке, пробных и тиражных оттисков.

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

- концепции денситометров обоих типов отражены все тенденции развития контрольно-измерительного приборостроения;
- использование микропроцессорной техники;
- вывод результатов измерения на видеоэкран;
- 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) краски, ошибок цветового тона и т.п.

Спектрофотометры и спектроденситометры

Для измерения величин, характеризующих оптическое излучение, используются фотометры. Принцип таких измерений состоит в определен-

ном 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. 110).

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.

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 большому числу более узких зон. Они идеально подходят для кон-

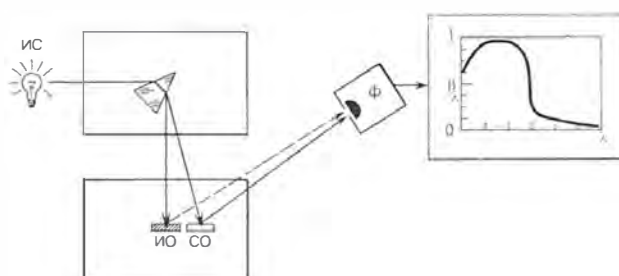


Схема спектрофотометрических измерений коэффициента отражения β

ИС - источник света, ИО - испытуемый образец, СО - образец сравнения (эталон белого), М - призма монохроматора, Ф - фотоэлемент

Рис. 110. Спектрофотометры

троля 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 и состояния печатной машины по отдельным параметрам печатник использует контрольные шкалы. Они дают ему возможность отдельно оценивать прохождение процессов и результаты своих действий, связанных с управлением печатной машиной и процессом 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.*

Попытаемся 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 по этим стандартам способствует нормализации синтеза цвета на оттиске и, следовательно, повышению качества печатной продукции, а также приведению точности воспроизведения цвета на оттиске к установленным требованиям. 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.

Для того чтобы можно было разобраться в любых незнакомых контрольных шкалах печатного процесса, необходимо знать хотя бы 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. 111).



Рис. 111. Элементы контроля общей подачи краски

В шкале их будет столько, сколько красок необходимо контролировать. В самом распространенном случае — при 4-красочной триадной печати — в шкале должны быть плашки желтого, пурпурного, голубого и черного 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 по цветным краскам при печатании на мелованной бумаге составляют $\pm 0.05D$, в остальных случаях — $\pm 0.10D$. 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.

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

Переход краски при наложении слоев разных красок на оттиске (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 печати «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 определяются их вязкостью. Общий принцип: каждая последующая наносимая краска должна иметь меньше вязкости. Параметр, характеризующий 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 (СМΥК) 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).



Рис. 112. Элементы контроля перехода краски

Чаще всего для каждого наложения приводятся два поля — в полутонах (40–50%) и плашка (рис.112).

Для плоской офсетной печати очень важно поле с $S_{отн} = 40–50\%$, так как присутствие увлажняющего раствора усложняет переход второй краски на поверхность бумаги, куда уже был нанесен увлажняющий раствор при печатании предыдущей краски, и на слои предыдущей краски (конечно, речь идет о печати «по сырому» на многокрасочных машинах).

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 получают при наложении трех красок (голубой, пурпурной и желтой). Это может быть один элемент или целая шкала (рис. 113).

Например, поле «Balance» должно быть серым и визуально таким же, как поле «80%», отпечатанное только черной краской (рис. 113а).

Один из наиболее распространенных вариантов элемента контроля баланса «по серому» — три поля шкалы: света, полутени и тени.

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.

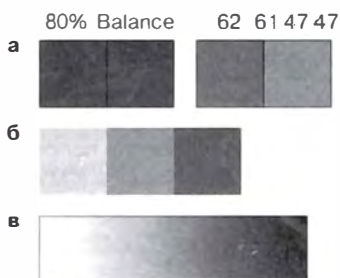


Рис. 113. Элементы контроля баланса «по-серому»

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

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 для технологии CtP и фотоформой при технологии FtP. 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);

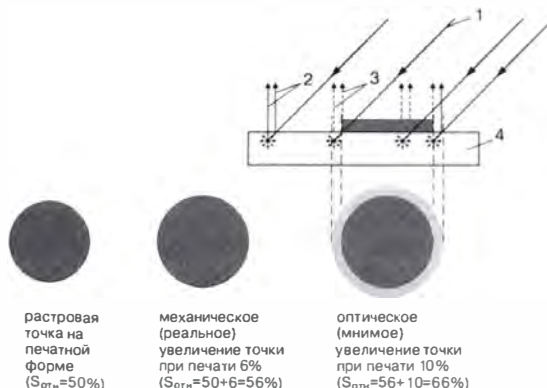


Рис. 114. Расискивание на оттиске: 1 — падающий луч белого света (сплошная линия); 2 — отраженный луч белого света (сплошная линия); 3 — отраженный цветной луч (пунктирная линия); 4 — бумага

- характеристик поверхности бумаги.

Причиной оптического растискивания является светопоглощение и рассеивание света в бумаге (рис. 114) 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).

$$S_i = \frac{1 - 10^{D_{\text{плоск}}}}{1 - 10^{D_{\text{кр}}}} \times 100$$

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. 115).

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.

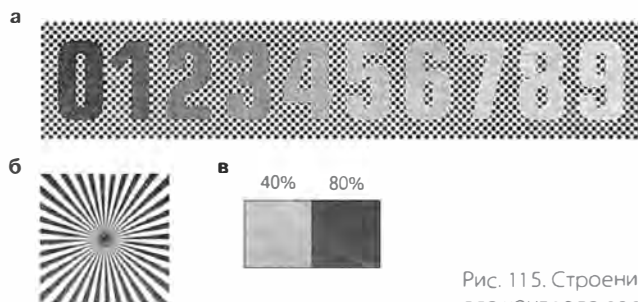


Рис. 115. Строение элементов для контроля растискивания

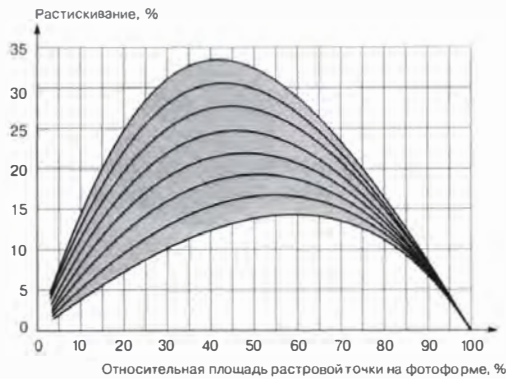


Рис. 116 Кривые растискивания для офсетной печати

При увеличении величины растискивания залипание штрихов, начавшееся в центре, будет разрастаться.

Растискивание можно оперативно контролировать, измеряя поля контрольной шкалы с 40- и 80-процентными растровыми точками.

При необходимости можно измерить растискивание при разных относительных площадях растровых элементов и построить кривую растискивания (рис. 116).

Максимальное растискивание на оттиске будет при $\text{Сотн} = 40\text{--}60\%$. 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 раstra растискивание для растровой структуры с квадратной точкой будет больше, чем для структуры с овальной или круглой точкой.

Скольжение и дробление

Эффекты скольжения и дробления отрицательно 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 concentрических окружностей. И так как любое скольжение — это всегда 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 concentрических окружностей (рис. 117).

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.



Рис. 117. Элементы контроля скольжения и дробления, построенные на концентрических окружностях



Рис. 118. Элементы контроля скольжения и дробления на основе линий

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. 118).

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 скольжение отсутствует, и как два прямоугольных треугольника с общей гипотенузой и разной оптической плотностью, если в процессе печатания возникает скольжение (рис. 119).

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

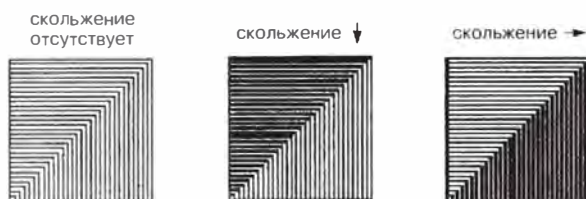


Рис. 119. Элементы контроля скольжения на основе линий, образующих треугольник

быть с минимальным скольжением. Чем меньше поверхность касания двух цилиндрических поверхностей, тем меньше скольжения. В идеале — касание двух поверхностей в виде линии.

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. 120а).

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. 120б).

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. 120в).

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. Это самая характерная ошибка для неопытных печатников. Они подают больше увлажняющего раствора, что облегчает процесс печати, и вероятность течения 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. 121а).

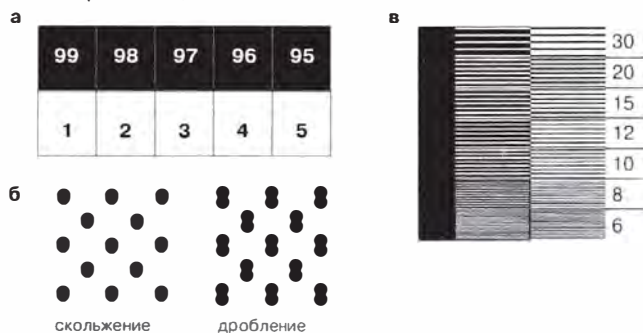


Рис. 120. Элементы контроля воспроизведения мелких растровых элементов



Контраст печати (коэффициент Ширмера)

«Завал» теней изображения на оттиске — это самый распространенный и визуально очень заметный дефект при печатании 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 $\text{Сотн} = 75$ или 80% и плашки (рис. 122).

Чем меньше различие в плотности, тем больше завал теней изображения.

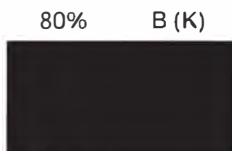


Рис. 122 Элементы для контроля контраста печати

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

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

где $D_{\text{р. п.}}$ — 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 $45 - 50\%$ для мелованных бумаг с глянцевым покрытием, $40 - 45\%$ для мелованных бумаг без покрытия и $30 - 35\%$ для каландрированных сортов бумаги при печати на листовой офсетной машине. Нулевое значение свидетельствует о полном затекании краски на пробельные элементы растрового поля, что в свою очередь означает потерю всех деталей в тенях изображения.

Контрасты печати измеряют для каждой краски отдельно, и их значения для цветных красок триады всегда чуть меньше (на $2 - 5\%$), чем для черной краски в зависимости от запечатываемого материала. По численному значению контраста печати можно оценить не только качество воспроизведения теней изображения, но также работу печатных секций, 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 мы задаемся какой-либо целью на базе возникших желаний что-либо изменить. Мы ищем что-либо только потому, что мы 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

- Агостон Ж. Теория цвета и ее применение в искусстве и дизайне. М.: Мир, 1982.
- Айриг С., Айриг Э. Подготовка цифровых изображений для печати. Минск: Попурри, 1997.
- Алексеев-Алюрви Ю. В. Краски старых мастеров. От античности до конца XIX века. М.: «Центр информационных технологий информатики и информации», 2004. — 160 с.
- Алексеев-Алюрви Ю. В. Красочное сырье и краски, используемые в живописи. М. Центр информационных технологий информатики и информации. 2004. 308 с.
- Артюшин Л. Артюшина Е. Цветоведение для полиграфистов М.: Книга, 1977.
- Александров Д. Современные средства повышения качества офсетной печати. СПб: Текст, 1998.
- Блатнер Дэвид, Флейшман Гленн, Рот Стив. Сканирование и растривание изображений. М.: ЭКОМ, 1999.
- Бреслав Г. Э. Цветопсихология и цветолечение для всех. СПб.: Б. & К. 2000.
- Брэгг Уильям. Мир света. Мир звука. /Под ред. И. В. Обреимова. М.: Наука, 1967.
- Борн Макс. Моя жизнь и взгляды. М.: Прогресс. 1973.
- Вавилов С. Глаз и Солнце. М.: Наука, 1976.
- Винер Н. Творец и будущее. ООО «Издательство АСТ», 2003. 732с.
- Вуд Р. Физическая оптика, М., Л.: ОНТИ, 1936.
- Гейзенберг В. У истоков квантовой теории. Сборник. М.: Тайдекс Ко, 2004. 400 с.
- Гехман Чак. Рабочий поток. М.: МГУП, 2004. 252 с.
- Гилберт К.Э., Кун Г. История эстетики / Под общ. ред В.П. Сальникова. СПб.: Алетейя, 2000.
- Грегори Р. Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия. М.: Прогресс, 1970.
- Грегори Р. Л. Разумный глаз. М.: Эдиториал УРСС, 2003. 240с.
- Диалог живописи и музыки. Арнольд Шенберг — Василий Кандинский. М.: Пинакотекa, 2001.
- Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике, М.: Мир, 1978.
- Драгунский В. В. Цветовой личностный тест. Практическое пособие. Мн.: Харвест; М.: АСТ, 2000 (Библиотека практической психологии).
- Евсеева Л., Комашко Н., Красилин М., Изумен Лука (Головка), Остащенко Е., Попова О., Смирнова Э., Языкова И., Яковлева А. История иконописи. Истоки. Традиции. Современность. М.: Арт-БМБ, 2002. 288 с.
- Зайцев А. Наука о цвете и живопись. М.: Искусство, 1986.
- Измайлов Ч. А., Соколов Е. Н., Черноризов А. М. Психофизиология цветового зрения. М.: Изд-во МГУ, 1989. 206 с.
- Иттен Иоханнес. Искусство цвета. М.: Д. Аронов, 2000.
- Каган Б., Стефанов С. Словарь полиграфических терминов. М.: РепроЦЕНТР М, 2005. 588 с.
- Кандинский В. О духовном в искусстве (живопись). Л., 1990.
- Кандинский В. Точка и линия на плоскости. СПб: Азбука-Классика, 2004.
- Кандинский В. В. Избранные труды по теории искусства. Т. 1, 2. М.: Гилея, 2001.
- Капра Ф. Дао физики. М.: Гелиос, 2002.
- Капра Ф. Паутина жизни. М.: Гелиос, 2002.
- Кастанеда К. Колесо времени. М.: София, 2003.
- Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. М.: Springer, МГУП, 2003.
- Кравков С. Глаз и его работа. М.: Биомедгиз, 1939.
- Красота и мозг. Биологические аспекты эстетики. / Под ред. И. Ренчлера, Б. Херцбергер, Д. Эпстайна. М.: Мир, 1995.
- Ксенакис Дэвид, Лондон Шеппи. Photoshop 5 для профессионалов. СПб.: Питер, 1999.
- Кузнецов Ю. В. Основы подготовки иллюстраций к печати. Растривание. Учебное пособие. М.: МГУП Мир книги. 1998.
- Купер М., Мэтьюз А. Как понимать язык цвета. М.: ЭКСМО, 2004.
- Лем С. Сумма технологий. М.: АСТ, 2002.
- Липсон Г. Великие эксперименты в физике. М.: Мир, 1972.
- Лихтенштадт В. Гёте. Госиздательство «Петербург», 1920.
- Луизов А. Цвет и свет. Л.: Энергоатомиздат, 1989.
- Майзель С. О. Основы учения о цветах. М.; Л.: ОГИЗ, 1946. 128 с.
- Максвелл Д. К. Статьи и речи. М.: Наука, 1968.
- Маргулис Дэн. Photoshop для профессионалов: классическое руководство по цветокоррекции. М.: РТВ-Медиа, 2001.

- Маргулис Дэн. Препресс-ресурсы. Минск: Попурри, 2000.
- Маргулис Дэн. Photoshop для профессионалов. Минск: Попурри, 1999.
- Маргулис Д. Цвет, контраст и LAB. КомпьюПринт, 1999, №2.
- Маргулис Д. Лицом к природе. КомпьюПринт, 2003, № 6.
- Маргулова Н., С. Стефанов. Расходные материалы для офсетной печати. М.: Русский университет, 2002.
- Мартин Билл. Рисуем с удовольствием. Минск: Попурри, 2003.
- Маслоу Абрахам. Мотивация и личность. СПб: Питер, 2003.
- Миннарт М. Свет и цвет в природе. М.: ГИФМЛ, 1958.
- Миронова Л. Цветоведение. Минск: Высшая школа, 1984.
- Миронова Л. Н. Цвет в изобразительном искусстве: Пособие для учителей. Мн.: Беларусь, 2002. 152 с.
- Мюллер П. Офсетная печать: проблемы практического использования. М.: Книга, 1988.
- Назарьев В. Цвет (компьютерная обработка цветных изображений). М.: ЕКОМ, 1996.
- Найдыш В. М. Философия мифологии. От античности до эпохи романтизма. М.: Гардарики, 2002. 554 с.
- Никанчикова Е., Попова А. Технология офсетного производства. Печатные процессы. М.: Книга, 1980.
- Николс Джон, Мартин Роберт, Валлас Брюс, Фукс Пол. От нейрона к мозгу. М.: Эдиториал УРСС, 2003. 672 с.
- Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии. Оптика. Оптические лекции. Л.: Ленинградское областное издательство, 1931.
- Нюберг Н. Теория цветопередачи. (В кн.: Клейн А. Цветная кинематография) М.: Госкиноиздат, 1939.
- О'Квин Донни. Допечатная подготовка. Руководство дизайнера. М.; СПб.: К.: Вильямс, 2001.
- Оствальд Вильгельм. Цветоведение. Промиздат, 1926.
- Панкевич Н. Глаз — калибратор (несоответствие экрана и оттиска) // КомпьюПринт. 2000, № 6.
- Пикок Джон. Издательское дело. Книга — от замысла до упаковки. М.: ЭКОМ, 1998.
- Педхем Ч., Сондерс Дж. Восприятие света и цвета. М.: Мир, 1978.
- Психология ощущений и восприятия. Изд. 2-е, исправленное и дополненное / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. В. Любимова, М. Б. Михалевской. М.: ЧеРо, 1999. (Серия: Хрестоматия по психологии).
- Приборы GretagMacbeth. Обзорный проспект технических и программных средств контроля цвета // Центр «GretagMacbeth», МГУП.
- Ременко С. Цвет и зрение. Кишинев.: Картя Молдовеняскэ, 1982.
- Рихтер Л. Основы учения о цветах. М.; Л.: Госиздательство, 1927.
- Романо Френк. Современные технологии издательско-полиграфической отрасли. МГУП, 2006.
- Самарин Ю. Н., Сапошников Н. П., Синяк М. А. Допечатное оборудование. Печатные системы фирмы Heidelberg. М.: МГУП, 2000.
- Саутворт М. Технология цветоделения. М.: Книга, 1983.
- Свешникова О. Управление цветом — pro и contra // КомпьюПринт, 2003, № 5.
- Селиванов Ю. П. Основы моделирования и оптимального программирования автотипного процесса. М.: Книга, 1979.
- Серов Н. В. Античный хроматизм. СПб.: Лисс, 1995.
- Серов Н. В. Светоцветовая терапия. Смысл и значение цвета: информация — цвет — интеллект. СПб.: Речь, 2001.
- Серов Н. В. Цвет культуры: психология, культурология, физиология. СПб.: Речь, 2004. 672 с.
- Синий всадник. Под ред. В. Кандинского и Ф. Марка. М.: Изобразительное искусство, 1996.
- Солдатов А. Словарь-справочник (печатнику-офсетчику). М.: Книга, 1984.
- Стандарт ISO 12647-2 на процессы плоской офсетной печати, 1996.
- Стефанов С. Изображения, градация и цвет. М.: Репроцентр М, 2005.
- Стефанов С. Допечатные технологии. М.: Репроцентр М, 2003.
- Стефанов С., Аваткова Н. Триада автотипия по принципу минимизации цветных красок за счет черной. М.: Книга, 1987.
- Стефанов С. Полиграфия для рекламистов и не только. М.: Гелла Принт, 2002.
- Стефанов С. Путеводитель в мире печатных технологий. М.: Унисерв, 2001.
- Стефанов С. и др. Способ изготовления цветного растрового изображения. А. с. СССР №1626249/90.
- Стефанов С. и др. Текст-объект для процесса четырехкрасочной офсетной печати. А. с. СССР №1419927/87.
- Стефанов С. и др. Тест-объект для визуального контроля. А. с. СССР №1642435/90.
- Стефанов С. и др. Тест-объект для контроля качества репродуцирования изображения. А. с. СССР №1416926/88.
- Стефанов С. и др. Тест-объект для процесса четырехкрасочной печати. А. с. СССР №1620333/90.

Стефанов С. Качество печатной продукции. М.: Репроцентр М, 2005.
 Стефанов С. Полиграфическое воспроизведение цветных изображений. М.: Репроцентр М, 2003.
 Стефанов С. Полиграфия для рекламистов и не только. М.: Гелла-Принт, 2002.
 Стефанов С. Проблема цвета. Digital Print, 2003, №5.
 Стефанов С. Синтез цвета. Полиграфист и издатель, 2002, №8.
 Стефанов С. Цвет и цветовоспроизведение в полиграфии. КомпьюПринт, 1998, №6.
 Стефанов С. Цветное изображение на оригинале, мониторе компьютера и на полиграфическом оттиске. М.: Репроцентр М, 2003.
 Стефанов С. Цветное изображение на оттиске как раскрашенное черное (часть 1). КомпьюАрт, 2004, № 1.
 Стефанов С. Цветное изображение на оттиске как раскрашенное черное (часть 2). КомпьюАрт, 2004, № 2.
 Стефанов С., Тихонов В. Термины по цвету и не только. М.: Репроцентр М, 2003 (в приложении дана часть книги: Лихтенштадт В. Гёте. Госиздательство Петербург, 1920. С 200-280)
 Стефанов С., Тихонов В. Цвет в полиграфии и не только. М.: Репроцентр М, 2003.
 Столицэ Э., Де Роуз Т., Салезин Д. Вейвлеты в компьютерной графике: Пер. с англ. Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотичная динамика, 2002. 272 с.
 Технологические инструкции. Процессы офсетной печати. М.: ВНИИ Полиграфии, 2000.
 Тихонов В. И. Ввод и цифровая обработка информации при множественном репродуцировании // Полиграфические услуги в Москве, 1999, № 2(9).
 Тихонов В. И. Подготовка иллюстративной информации для полиграфии // Компьюарт, 2000, № 9.
 Тихонов В. И. Выбор и подготовка оригиналов для полиграфического репродуцирования. Компьюпринт, 2000, № 6.
 Тихонов В. И. Информационная эстетика цвета // Компьюпринт, 2001, № 4.
 Тихонов В. Две дороги к одной цели. Стратегия сканирования. // КомпьюПринт, 2002, № 3.
 Тихонов В. Цвет и парадигма. КомпьюПринт, 2002, № 6.
 Тихонов В. Дисплей и визуальная среда. // КомпьюПринт, 2003, № 4.
 Тихонов В. Условия восприятия цвета и их контроль. // КомпьюПринт, 2004, № 3-4.
 Тихонов В. Сканирование: организация информационного потока. // Вестник технологии в области полиграфии и печатной рекламы, 2004, № 1.
 Тихонов В. Сканирование: организация информационного потока. // Вестник технологии в области полиграфии и печатной рекламы, 2004, № 2.
 Тихонов В. Оригиналы в полиграфии. // РТ—ПОЛИГРАФИЯ, 2005, № 1.
 Толковый словарь по вычислительным системам /Под ред. В. Иллинуорта и др. М.: Машиностроение, 1990.
 Фрезер Брюс. Управление цветом. Искусство допечатной подготовки: Пер. с англ. /Брюс Фрезер, Крис Мерфи, Фред Бантинг. К.: ООО ТИД ДС, 2003. 464 с.
 Хакен Г., Хакен-Крель М. Тайна восприятия. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 272 с.
 Хоффман Д. Эрвин Шредингер. М.: Мир, 1987. 96 с.
 Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. — М.: 1990.
 Частиков А. П. Архитекторы компьютерного мира. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 384 с.
 Цоллингер Г. Биологические аспекты цветовой лексик/Красота и мозг. М. 1995.
 Шаронов В. Свет и цвет. М.: ФМ, 1961.
 Шашлов А., Уарова Р., Чуркин А. Основы светотехники. М.: МГУП, 2002. 280 с.
 Шашлов Б. А. Цвет и цветовоспроизведение. Изд 2-е, дополненное. М.: Мир книги, 1995.
 Шиффман Харви. Ощущение и восприятие. Изд. 5-е. М.: ПИТЕР, 2003.
 Шниер Митчелл. Толковый словарь компьютерных технологий. К.: ДиаСофт, 2000. 720 с.
 Шпенглер О. Закат Европы. Т. 1. Гештальт и действительность. М.: Мысль, 1993.
 Эдвардс Б. Откройте в себе художника. Минск: Попурри, 2003.
 Яньшин П. В. Введение в психосемантику цвета. Учебное пособие. Самара: Изд-во СамГПУ, 2001. 189 с.
 International Standard. ISO 12647-2. Graphic technology – Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints – Part 2: Offset lithographic processes.

125009, Москва, Брюсов пер., 15/2. Тел./факс: (495) 629 6006, 629 442

Научно-практический журнал **«Вестник технологии в области полиграфии и печатной рекламы»** — издание для технологов полиграфического производства, профессиональных и начинающих полиграфистов, специалистов рекламного бизнеса, издателей, заказчиков печатной продукции.

«Вестник» публикует статьи специалистов отрасли, посвященные широкому кругу **практических проблем полиграфии**.

Журнал выходит тиражом **2000** экземпляров с периодичностью один раз в квартал.

Стоимость годовой подписки — 352 р., на полугодие — 176 р.

Распространение журнала — **подписной индекс Росспечати 20036**, рассылка по России.

Регионы распространения — Москва, Санкт-Петербург.

Области: Архангельская, Ивановская, Костромская, Ленинградская, Московская, Мурманская, Ярославская, Псковская, Тверская.

Республики: Коми, Карелия.

Цены на рекламу в журнале «Вестник технологии» в 2006 году
(цены указаны в рублях без НДС)

II сторона обложки				40000
III сторона обложки				34000
IV сторона обложки				46000
Вкладка				29000
Полоса	в 4 краски	30 000	в 1 краску	15000
1/2	в 4 краски	18 000	в 1 краску	8500
1/4	в 4 краски	9000	в 1 краску	5200
1/8	в 4 краски	5600	в 1 краску	3800
Рекламная статья:	на полосу			7200
	на разворот			11500
Объявление:	до 50 см ²			1500
	свыше – из расчета за 1 см ²			30
Рекламная строка информации:				по договоренности
Размер скидок – максимальный				= 15 %

ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕПРОЦЕНТР М»

ИНН 7703306620/770301001

Адрес: Москва 125009, Брюсов пер., 15/2

Р/с 40702810238170103428, Краснопресненское ОСБ № 1569/01175 БИК: 044525225

Корр.сч. 30101810400000000225 Сбербанк России г. Москва ОКПО 58169755 ОКОНХ 87100

Тел./факс: (495) 629 6006, 629 4427

E-mail: reprocentr@mtu-net.ru, reprocentr@inbox.ru <http://www.reprocentr.ru>

Где купить Словарь в Москве?

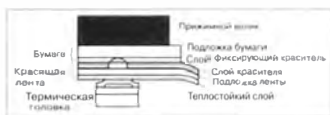
Все ждут:

- ▢ ООО «У Сытина» (Библио-глобус);
- ▢ Книжные магазины «Академиздат»;
- ▢ Книжная ярмарка на Олимпийском (правая сторона, подвал);
- ▢ Редакция издательства «РепроЦЕНТР М».

ПРИНТЕР «РОМАШКА» — см. *Лепестковый принтер с головкой «ромашка»*.

ПРИНТЕР НА ТВЕРДЫХ ЧЕРНИЛАХ — струйный принтер, в котором использована так называемая технология смены фаз, построенная на эффекте смены агрегатного состояния красителя в процессе печати. Твердые чернила представляют собой материал на основе твердых синтетических восков с добавлением красителя. В основном принтеры на твердых чернилах применяются для получения корректурных оттисков полос.

ПРИНТЕР С ТЕРМОПЕРЕНОСОМ (сублимационный принтер) — принтер, в котором использована технология переноса красителя с лавсановой основы на бумагу при локальном нагреве участка слоя красителя. Участок пленки с красителем нужного цвета нагревается в тех точках, которые должны остаться на бумаге, затем пленка перематывается для нанесения следующего цвета. Для получения цветного изображения необходимы несколько проходов бумаги для нанесения отдельных красок. Сейчас такие устройства для получения цветопробы практически не используются.



Принцип получения изображения на сублимационном принтере

ПРИПРАВКА — перераспределение давления на участках печатной формы (при способе высокой печати) или штампа при тиснении и высечке. Обеспечивается выклеиванием тиражной или другой бумаги отдельных участков обратной стороны печатной формы, а также выклеиванием или вырезкой отдельных участков декала с целью создания равномерного давления и обеспечения оптимальных условий переноса печатной краски на оттиск в процессе печатания.

ПРИПРЕССОВКА ПЛЕНКИ — процесс нанесения на одну или две стороны оттиска, бумаги или картона прозрачной полимерной пленки со слоем клея или без него. См. также Ламинирование (частный случай припрессовки пленки)

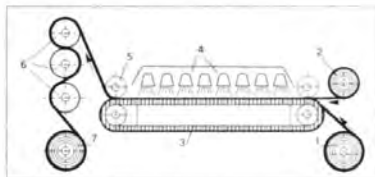


Схема припрессовки термопластичной пленки

1 — рулон бумаги, 2 — рулон пленки, 3 — транспортёр сушильного устройства, 4 — инфракрасный нагреватель, 5 — прижимные вальцы, 6 — охлаждающие вальцы, 7 — прижимное устройство

ПРОБЕЛ — 1) (в полиграфии) пробельный элемент на печатной форме или незанятый краской участок на оттиске; 2) (в вычислительной технике) текстовый символ, отображаемый пустой позицией при выводе текста на экран дисплея или на печать.

ПРОБЕЛЬНО-КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ — набор текста с использованием способов разрядки, втяжки, изменения формы набора (ступенчатый набор), изменения формата абзаца, разделения частей набора пробелами (отбивки).

Стефан Стефанов, Валерий Тихонов
ЦВЕТ READY-MADE или ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЦВЕТА

Издательство «РепроЦЕНТР М»
Ответственный за выпуск М.А. Бредис
Дизайн А.И. Бранделис.
Компьютерная верстка А.И. Бранделис, Н.И. Бранделис.
Оформление обложки Д.Ю. Левин
Корректор Л.А. Айдарова

Подписано в печать 12.05.2006 г.
Формат 70х100/16. Объем 19,75 усл. п.л.
Гарнитура Myriad. Печать офсетная
Бумага офсетная 90 г/кв.м
Тираж 1500 экз.
Заказ №77

Издательство «РепроЦЕНТР М»
E-mail: reprocentr@mtu-net.ru



Стефан Стефанов

В полиграфии с 1975 года. В 1972 году закончил технологический факультет Московского полиграфического института (МГУП), а в 1978 году в этом институте защитил кандидатскую диссертацию. Проработал 13 лет во ВНИИ полиграфии от мл. н. с. до заведующего отделом. Потом работал в компаниях «ГрэфикАрт», «ХГС», «ИПРИС», «Аквалон». В настоящее время работает техническим директором в компании «Полиграфические системы» и профессором кафедры «Менеджмент в рекламе» факультета рекламы Московского гуманитарного университета. Автор 11 изобретений. Награжден медалью «Изобретатель СССР» и серебряной медалью ВДНХ. Является автором 29 книг и более 135 статей в области полиграфии.



Валерий Тихонов

В 1980 году закончил Московский авиационный институт МАИ. Около 15 лет проработал в авиационно-космической промышленности в теоретическом подразделении. Участник Международных авиационно-космических чтений и автор нескольких печатных работ. С 1994 года работает в полиграфической отрасли на следующих предприятиях: «ГрэфикАрт», «Компания Домино», «SoftUnion», «СалонПресс». Как автор сотрудничает с журналами: «Полиграфические услуги», «КомпьюАрт», «КомпьюПринт», «Вестник технологии в области полиграфии и печатной рекламы», «РТполиграфия» и имеет более 15 публикаций по допечатным процессам. Совместно с учителем и другом в 2003 году опубликовали книгу и словарь, посвященные цвету. В настоящее время работает в издательстве «СалонПресс» в отделе допечатной подготовки журнала «Интерьер Магазин».