

ОСНОВЫ РАСТРИРОВАНИЯ И ВЫВОДА НА ПЕЧАТЬ

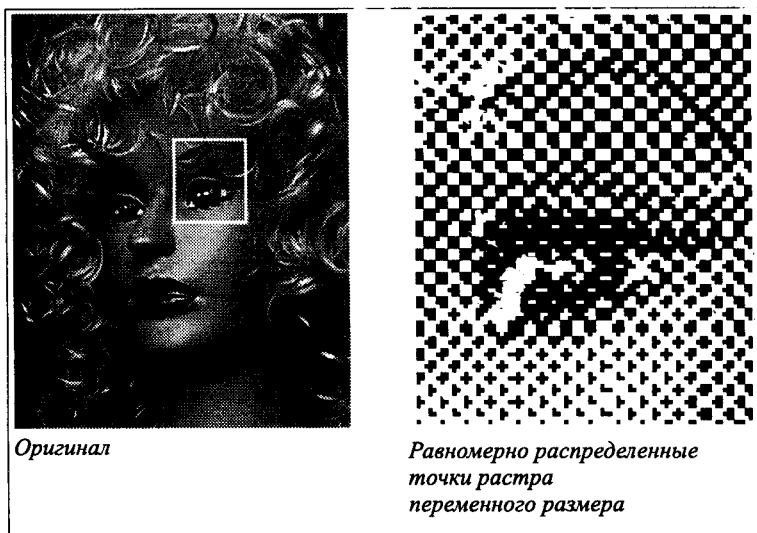
Изображения, которые редактируются на вашем мониторе, имеют *непрерывное распределение тона* и гладкие переходы между смежными цветами или градациями серого. Однако печатная машина оперирует с точками печатной краски по принципу "всё или ничего" — точка или есть, или ее нет, и все точки имеют одинаковый базовый цвет. Для больших объемов печати стоимость на единицу продукции в офсетной литографии намного ниже, чем при использовании таких печатных устройств, как сублимационные, термографические или струйные принтеры. Таким образом, проблема воспроизведения при печати заключается в том, как моделировать сотни оттенков серого, используя один цвет (черный), или миллионы цветов, используя только четыре цвета (голубой, пурпурный, желтый и черный).

За последнее десятилетие были разработаны два различных технологических подхода к решению этой проблемы. *Цифровая обработка полутонов (растри-*

рование), которая пока является господствующим подходом, выросла из традиционного процесса фотографирования оригинала через сетку некоторой пространственной частоты, позволяющего преобразовать оригинал в структуру точек различного размера. Черно-белые лазерные принтеры, большинство цветных лазерных принтеров, а также использующие язык PostScript имиджсеттеры и установки для копирования на формные пластины являются *растровыми устройствами*, потому что обычно используют эту технологию при печати документов. В *частотно-модулированном (ЧМ) растривании*, недавно появившейся соперничающей технологии, полностью отказались от растров регулярной структуры. В этом методе используются математические методы размещения точек фиксированного размера в квазислучайных позициях. Существует много реализаций обоих подходов. Прочитав эту главу, вы получите четкое представление о цифровом и ЧМ-растривании и узнаете, как использовать их для наилучшей подготовки изображения к процессу печати.

Основы цифрового растривания

Цель процесса растривания — сделать себя невидимым. Правильно выполненное цифровое растривание создает иллюзию непрерывного тона. Это достигается с



Оригинал

Равномерно распределенные
точки растра
переменного размера

Рисунок 3-1

© Emil Ihrig

При полутонном (АМ) растривании размеры точек изменяются, моделируя различные тона, а расстояние между ними остается фиксированным.

помощью *амплитудного (АМ) растривания*, в рамках которого точки переменного размера размещаются в регулярной матрице с равноотстоящими центрами точек (рисунок 3-1). Области изображения, составленные из больших точек, воспринимаются как более темные тона, а из меньших точек — как более светлые.

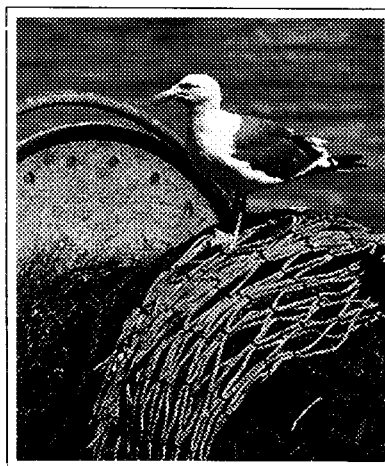
Растровая форма описывается тремя параметрами: пространственной частотой, формой точки и углом поворота. Каждый из этих факторов по-своему влияет на качество отпечатанного изображения.

Пространственная частота растра, тоновый диапазон и детальность изображения

Пространственная частота растра, или *плотность растра*, которую вы определяете для окончательного вывода в программном пакете редактирования изображений или в пакете компоновки страницы, определяет плотность сетки полутонного растра и, следовательно, кажущийся уровень детальности в изображении. Пространственная частота растра измеряется в *линиях на дюйм (lpi)*. Как следует из рисунка 3-2, объем видимых деталей отпечатанной иллюстрации увеличивается с ростом пространственной частоты растра. Профессионалы допечатной подготовки часто утверждают, что при увеличении плотности растра изображение делается более четким. Это не означает, что оно лучше сфокусировано или имеет лучшую резкость, но просто выражает факт, что при более высоких пространственных частотах растра может быть воспроизведено большее количество деталей оригинала.



20 lpi



65 lpi



133 lpi

© Emil Ihrig

Рисунок 3-2

Количество деталей, которые могут воспроизводиться растровым устройством вывода, определяется пространственной частотой растра, или числом точек растра на линейный дюйм. Детальность изображения увеличивается с ростом пространственной частоты растра.

Совет: Характеристики печатного станка и используемой бумаги ограничивают максимальную пространственную частоту растра, которую можно реализовать на практике. Например, если задан растр 175 lpi, но печатная машина может обрабатывать растр 150 lpi, то печать с более высокой частотой приведет только к пониженному контрасту, потере деталей в тенях и кажущемуся увеличению размера растровой точки. Если сервисное бюро предлагает использовать одну из двух максимальных пространственных частот растра, то используйте наименьшее значение для получения самых четких и прозрачных деталей изображения при печати.

Пространственная частота растра и разрешение принтера также определяют *тоновый диапазон* печати — число дискретных тонов, которые могут быть точно воспроизведены между сплошным фоном черного и цветом необработанной бумаги. По своей природе напечатанные материалы обладают более низкой плотностью, чем пленочные фотографические оригиналы — сравните динамический диапазон 1,5—2,0, типичный для печатных материалов, с диапазоном 2,8—3,2, характерным для цветных слайдов. Однако, используя плотность растра более 150 lpi, можно опти-

мизировать тоновый диапазон, возможный при печати, если выполняются следующие три условия:

- Использованный способ ввода изображения позволяет сохранить широкий тоновый диапазон.
- Разрешение окончательного устройства вывода достаточно высоко, чтобы поддерживать все 256 уровней тона на канал цвета.
- Печатный станок и бумага позволяют печатать точку при повышенных плотностях растра.

Характеристики печатной машины, тип документа и технология печати — вот факторы, обычно определяющие пространственную частоту растра, которую следует использовать в конкретном проекте. В таблице 3-1 дана сводка типичных пространственных частот растра, используемых при печати различных документов. Воспользуйтесь этими рекомендациями в качестве отправной точки и проконсультируйтесь с вашим сервисным бюро или агентством допечатной подготовки относительно рекомендуемых спецификаций.

Замечание: Крупнотиражные документы часто печатаются с использованием ро-

Тип документа	Параметры печати	Диапазон пространственной частоты растра (lpi)
Высококачественная реклама; брошюры и ежегодные отчеты высокого класса; художественные книги, художественные репродукции высокого качества	Листовая печатная машина / мелованная бумага	150—300
Информационные бюллетени, формы, объявления	Листовая печатная машина / немелованная бумага	100—133
Потребительские и торговые журналы; рекламные материалы коммерческого качества; каталоги	Термостатическая рулонная печатная машина / мелованная бумага	100—150
Относительно малотиражные журналы; каталоги; реклама продажи товаров по почте; большая часть массовых печатных работ среднего качества	Термостатическая рулонная печатная машина / немелованная бумага	90—133
Качественные воскресные приложения	Газетная печатная машина / мелованная бумага	65—100
Воскресные приложения невысокого качества	Газетная печатная машина / немелованная бумага	65—100
Газеты, каталоги на газетной бумаге	Газетная печатная машина / газетная бумага	65—100

Таблица 3-1

Типичные рекомендуемые установки пространственной частоты растра, основанные на характеристиках печатных машин и типе документа.

тационной глубокой печати или флексографских печатных машин, а не офсетных печатных машин. В этих печатных станках используются достаточно прочные и износостойчивые печатные формы, позволяющие печатать сотни тысяч или даже миллионы копий.

Замечание: Более высокая плотность растра не улучшает оригинал низкого качества, а просто подчеркивает его недостатки. Реальная детальность изображения, достижимая при любом методе растрования, определяется качеством деталей в цифровом изображении.

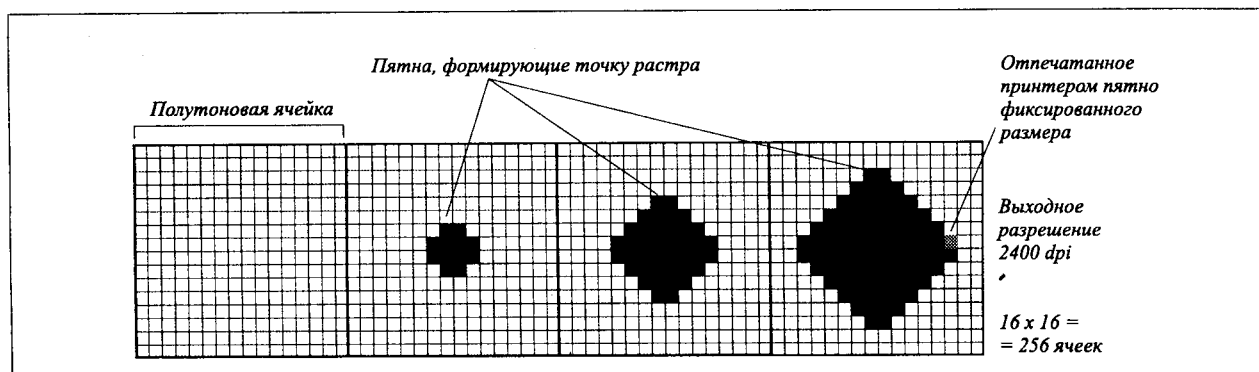


Рисунок 3-3

С ростом количества пятен фиксированного размера, отпечатанных принтером в цифровой полутоновой ячейке, увеличивается кажущаяся плотность, или степень темноты тона.

Полутонные ячейки, пятна и точки

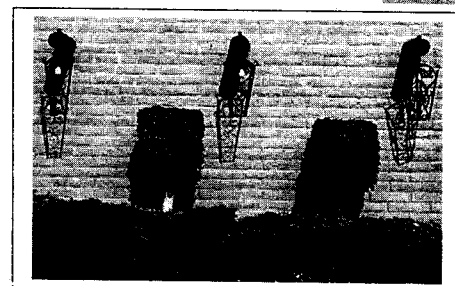
Цифровые устройства обработки полутонов, например, лазерные принтеры и имиджсеттеры, могут создавать только точки фиксированного размера (давайте называть их *пятнами*, чтобы не путать с точками растра). Для моделирования точек растра переменного размера эти устройства группируют пятна фиксированного размера в матрицу, называемую *полутонной ячейкой* (рисунок 3-3). Количество *потенциально возможных* тонов, которые может воспроизвести данная полутонная ячейка, зависит как от пространственной частоты растра, так и от разрешения печатающего устройства (см. раздел "Контраст и детальность — разрешение принтера и пространственная частота растра" ниже в этой главе), но отдельная полутонная ячейка воспроизводит только один оттенок серого (или цвета печатной краски). Плотность этого оттенка и размер точки растра непосредственно связаны с числом пятен фиксированного размера в каждой полутонной ячейке, которая, в свою очередь, определяется числовым значением (от 0 до 255), назначаемым для каждого пиксела.

Контраст и детальность — разрешение принтера и пространственная частота растра

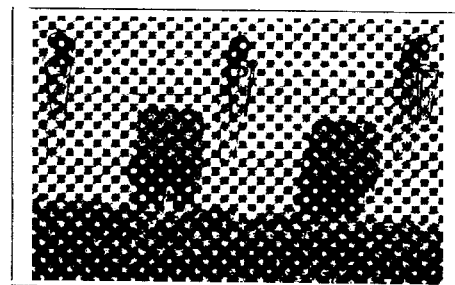
В идеале напечатанное серое полутонное изображение должно воспроизводить 256 градаций серого, а цветное изображение — 256 оттенков для каждого из цветов печатной краски. Однако число возможных оттенков, которые может выразить полутонная ячейка, ограничено разрешением печатающего устройства (размер его *пятна* или размер точки определяют, сколько точек можно разместить на горизонтальный дюйм). Фактически, связь между разрешением принтера и пространственной частотой растра — обратная. Покажем, как вычислить максимальное число оттенков на цвет, которое может вывести данное растровое печатающее устройство:

$$\text{Максимальное число тональных уровней} = (\text{Разрешение принтера} : \text{Пространственная частота растра})^2 + 1$$

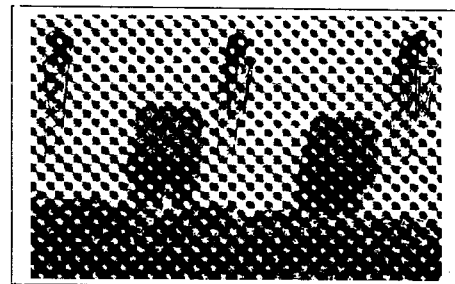
Легко понять эту особенность цифровой обработки полутонов, вспомнив, что линейное разрешение принтера фиксировано. Когда вы помещаете дополнительные точки растра на каждый линейный дюйм, то в полутонной ячейке уменьшается количество доступных пятен в каждой горизонтальной линии сетки. С ростом плотности растра пропорционально уменьшается число потенциальных серых оттенков, которые может воспроизводить каждая полутонная ячейка. Так, лазерный принтер с разрешением 300 dpi может вывести не более 33 градаций серого при плотности растра 53 линии на дюйм $[(300 : 53)^2 + 1 = \text{приблизительно } 33]$. Если увеличить плотность растра до 75 линий на дюйм, то вы получите



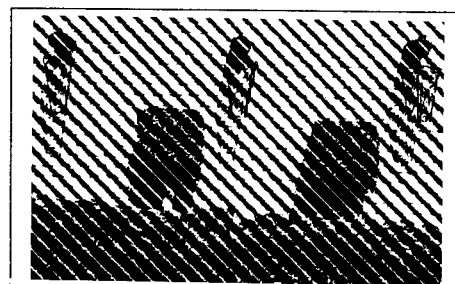
(a) Оригинал, 133 lpi



(b) Ромб, 15 lpi



(c) Эллипс, 15 lpi



(d) Линия, 15 lpi

Рисунок 3-4

Если форма точки растра выбрана так, чтобы не отвлекать внимания от предмета изображения (a), ее можно разглядеть невооруженным глазом только при очень низких частотах растровой формы (b, c, d).

большее количество деталей, но более контрастное изображение, потому что оно сможет воспроизвести меньше дискретных тонов: $([300 : 75]^2 + 1 = 17)$. Рассуждая аналогичным образом, можно показать, что принтер с разрешением 600 dpi может воспроизводить 65 тонов при плотности растра 75 линий на дюйм, а принтер с разрешением 1200 dpi или имиджсеттер могут вывести 178 тонов при плотности растра 90 линий на дюйм. Имиджсеттер или устройство изготовления пластин с разрешением 2400 dpi могут воспроизводить полный диапазон 256 тонов на цвет при плотности растра до 150 линий на дюйм.

Форма точки

Вторая характеристика цифровых растровых форм — форма точки растра. При чрезвычайно низких пространственных частотах растра (10—30 lpi) форма точки легко просматривается (рисунок 3-4), но с увеличением плотности растра ее становится все труднее обнаружить невооруженным глазом.

Форма точки должна тонко подчеркивать содержание изображения, не отвлекая от него внимания. Выбирайте форму точки, которая согласуется с формами основных тем и тональным распределением изображения. Пакеты редактирования изображений и компоновки страниц предлагают множество форм точки для растривания — круги, квадраты, эллипсы, линии, ромбы, кресты и так далее. Круглые точки часто используются для печати фотоснимков продукции, эллиптические — для сюжетов с людьми, а квадратные — для тем, которые требуют четкого рисунка. Круглые или эллиптические точки обычно лучше всего подходят для черно-белой печати; эллиптические — для цветной печати. Проконсультируйтесь с вашим сервисным бюро или агентством допечатной подготовки по поводу выбора форм, которые следует использовать для конкретных типов изображений.

Предупреждение: Эллиптические точки печатаются надлежащим образом только в том случае, если офсетное полотно — часть печатной машины, которая контактирует с бумагой и печатает на ней, — поддерживается чистым. В противном случае точки могут привести к загрязнению печатной машины.

Совет: Большинство пакетов компоновки страниц позволяет назначать только одну группу установок растровой формы для всех изображений в документе (единственное исключение — QuarkXPress, позволяющий настраивать параметры растривания для отдельных изображений, правда, только для серых полутоновых и черно-белых). Иногда может потребоваться, чтобы некоторые изображения имели форму точки, пространственную частоту растра или атрибуты угла поворота растра, отличные от соответствующих параметров остальных изображений в документе. Для этого необходимо сохранить "нестандартные" изображения как файлы формата EPS с помощью используемого пакета растривания изображений и включить желательные установки растровой формы в каждый файл таким образом, чтобы они не могли быть перезаписаны принтером или имиджсеттером, который используется для окончательной печати. Обязательно отпечатайте пробные оттиски на том же имиджсеттере, который будет использован для массовой печати. Процессоры растровых изображений (RIP) некоторых имиджсеттеров не распознают заказные растры и вместо них используют для формирования растра значения по умолчанию имиджсеттера.

Угол поворота, структура растра и выходное разрешение

Угол поворота растра является чрезвычайно важным фактором полутонового растривания. Именно углы поворота определяют, останется ли незаметной иллюзия, созданная растровой структурой, или она будет резать глаза. Углы также влияют на объем данных, которые должно содержать изображение для получения высокого качества иллюстрации. Рассмотрим основные особенности использования углов поворота растра и их применение для печати цифровых изображений.

Зачем нужны углы поворота растра?

При печати оцифрованных полутоновых изображений растровую структуру всегда поворачивают на некоторый угол. Для серых полутоновых изображений заданный по умол-

чанию угол — 45 градусов. Для цветных изображений четыре печатные формы системы СМЮК поворачиваются на разные углы — по традиции на 105 градусов для голубой печатной формы, 75 градусов для пурпурной, 90 или 0 градусов для желтой и 45 градусов для черной (см. рисунок С-4 в цветной вставке). При печати печатные формы надлежащим образом совмещаются, четыре цвета сводятся вместе и точки формируют небольшие кластеры, напоминающие по форме розу — розетки. Рациональное объяснение этой традиционной методики связано частично со способом восприятия углов человеческим глазом, отчасти с подмеченными особенностями восприятия цветов нашим зрением, а частично со способом, которым печатные краски различных цветов взаимодействуют с бумагой на печатной машине.

- **Углы и визуальное восприятие** — Человеческий глаз цепко реагирует на угол поворота, если он совпадает с горизонтальной или вертикальной линией (0 или 90 градусов соответственно). Совершенная диагональ (45 градусов) — находится посередине между этими значениями и, следовательно, обеспечивает наиболее приемлемый компромисс. Это объясняет, почему растры для серых полутоновых изображений и черной печатной формы изображений СМЮК обычно печатают с использованием угла 45 градусов.

Совет: Имеется одно важное исключение из правила, предписывающего выводить на печать полутоновые изображения с углом поворота растра 45 градусов. Если содержание изображения подчеркивает диагональные линии, то угол 45 градусов может приводить к грубым интерференционным структурам или привлекать к себе внимание, чего следует избегать.

- **Углы для конкретных цветов** — Относительная яркость цветов системы СМЮК определяет, на сколько градусов следует повернуть каждый растр относительно горизонтальной или вертикальной линии. Черный цвет самый темный, и его растр повернут на максимальный угол относительно растров прочих цве-

тов. Растры голубого и пурпурного цветов повернуты на 15 градусов относительно вертикали, но в противоположных направлениях. Самый светлый цвет, желтый, можно безопасно растривать с использованием углов 0 или 90 градусов, не опасаясь видимых проявлений.

Совет: Если предмет изображения содержит большие объемы интенсивного желтого, то поменяйте угол поворота растра другого цвета, а потом не стесняйтесь подчеркивать желтый.

- **Углы и печать с последовательным наложением красок** — Если попробовать печатать в цвете, повернув на печатной машине все формы на одинаковый угол, то полученные цвета будут чрезвычайно грязными, а увеличение размера растровой точки — расплывание точек печатной краски, из-за которого отпечатанные изображения кажутся темнее, чем на мониторе, — вызывало бы еще большую головную боль, чем сейчас. Смещение растров для каждого цвета позволяет сохранить хороший внешний вид составной иллюстрации, если все идет гладко.

Как сделать, чтобы все шло гладко, — это большой вопрос при выборе углов поворота растров в цифровом растривании. Любые факторы, от сюжета изображения и использованных предварительно сканированных изображений до нарушения совмещения печатных форм в ходе вывода изображения или печати, могут привести к тому, что незаметные розетки превратятся в куда более очевидные структуры. Рассмотрим некоторые причины этих проблем и решения, предлагаемые разработчиками программного обеспечения для растривания.

Угол поворота растра — ловушки и решения

Муар — это раздражающая глаз видимая растровая структура, которая отвлекает зрителя от сюжета изображения, — из худших кошмаров каждого дизайнера, специалиста по цветоделению и оператора печатной машины. Обычно за муар ответственны углы поворота растров, которые приводят к формированию точек неправильной формы, но причины этого

явления могут быть самыми различными, например:

- *Сюжетные муары* появляются, когда изображение содержит регулярные структуры, интерферирующие с растровой структурой, например, ткань или текстуру, полученную в цифровой форме. Иногда может помочь корректировка углов цветов, приводящих к появлению муара, а также использование некоторых фильтров, обсуждаемых в главе 10.
- *Рассогласование*, или неточное совмещение цветоделенных печатных форм, является другой типичной причиной муара. Неточное совмещение может происходить или в ходе вывода, когда используется угол поворота растра, несколько отличный от запрошенного, или на печатной машине, где муары возникают в результате нарушения синхронизации розеток. Более современные технологии растривания для имиджсеттеров и устройств разработки печатных форм фактически устранили вызванные языком PostScript муары, возникающие в ходе вывода.
- *Перепечатка ранее растриванных оригиналов* — третья распространенная причина муара. Предварительно напечатанные оригиналы уже содержат растровую структуру, которая интерферирует с новым растром, налагаемым поверх старого. Обычно можно компенсировать или устранить существующую растровую структуру или в ходе процесса сканирования, или в пакете редактирования изображений (см. главу 10).

Даже в отсутствие перечисленных условий все же возможно появление муара при печати из-за ограниченных возможностей устройства вывода. Матрицы, создаваемые имиджсеттерами и устройствами разработки печатных форм в ходе полутонового растривания, состоят из квадратных пикселей, которые легко согласуются с углами поворота 45 и 90 градусов черной и желтой печатных форм, но не совмещаются точно с традиционными углами 105 и 75 градусов для голубого и пурпурного цветов. Проблема заключается в нахождении углов для голубой и пурпурной пе-

чатных форм, которые согласуются с матрицей пикселей имиджсеттера и позволяют взаимно синхронизировать точки растра для всех четырех печатных форм, чтобы создать совершенную розетку.

К счастью, изготовители имиджсеттеров и программного обеспечения цветоделения изобрели несколько способов решения этой проблемы, свойственной процессу цифрового растривания. В одном из подходов сохраняются традиционные углы, но с помощью программного обеспечения немного увеличивается или уменьшается запрошенная пространственная частота растра, что позволяет найти соответствие для всех четырех печатных форм. Эта стратегия уменьшает риск муара, но может несколько ухудшить качество изображения из-за выходного разрешения, не вполне соответствующего пространственной частоте растра (см. раздел "Углы поворота растра, частота и выходное разрешение" ниже). В большинстве PostScript-технологий растривания используется подход, называемый *методом рационального тангенса*, при котором углы для голубой и пурпурной пластины округляются до самого близкого угла, соответствующего матрице имиджсеттера при заданном выходном разрешении. Однако эти углы часто довольно сильно отличаются от традиционных углов, что иногда может приводить к изменению пространственной частоты растра и, соответственно, муару. Некоторые изготовители имиджсеттеров развивают эту стратегию еще на один шаг, основывая растривание на суперячейках, образованных из матрицы множественных полутоновых ячеек. Каждая суперячейка последовательно пересекает матрицу имиджсеттера, позволяя выбрать углы, более близкие к традиционным. Сегодня специализированные системы высокого класса типа Scitex и основные изготовители имиджсеттеров используют процесс, связанный с большим объемом вычислений, называемый *иррациональным растриванием*, когда позиция каждой отдельной точки растра вычисляется индивидуально, а не автоматически, с использованием матрицы.

В стороне от этого продолжающегося поиска безошибочного ответа на загадку угла поворота растра возник новый класс технологий представления тона, называемый час-

отно-модулированным (ЧМ) растривании. В разделе этой главы "Альтернативы частотно-модулированного растривания" приведена подробная информация о преимуществах этого подхода перед традиционным и описаны новые проблемы, затрудняющие качественное воспроизведение изображений при печати. Однако сначала рассмотрим, как углы поворота растра влияют на объем данных, который должно содержать изображение.

Углы поворота растра, частота и выходное разрешение

Разрешение, с которым изображение должно быть послано на окончательное устройство вывода, называется *выходным разрешением*, и оно определяется пространственной частотой растра — так, по крайней мере, считается. Негласное эмпирическое правило в области допечатной подготовки цифровых изображений заключается в том, что выходное разрешение должно равняться удвоенной пространственной частоте растра (например, 300 ppi для растра с 150 линиями на дюйм). В действительности пространственная частота растра и углы поворота растра определяют, сколько данных должно содержать изображение, и для большинства типов изображений идеальное отношение выходного разрешения к пространственной частоте растра, известное также как *коэффициент растривания*, или *коэффициент качества*, намного ближе к 1,5:1, чем к 2:1.

Идеальный коэффициент растривания намного ближе к 1,5:1, чем к 2:1.

И вот почему. Разрешение при сканировании (сканера или цифровой камеры) всегда измеряется при горизонтальном угле ноль градусов. Однако, когда имиджсеттер, устройство разработки печатных форм или другое печатающее устройство, поддерживающее PostScript, генерирует цифровые полутона или цветоделения, то растровую форму, или растры, поворачивают на некоторый угол, чтобы глаз наблюдателя не чувствовал растровой

структуры. Для нас важнее всего запомнить, что из четырех углов поворота растра системы СМУК угол 45 градусов черной печатной формы более всего отходит от горизонтальной линии.

Это расхождение между нулевым углом относительно горизонтали, характерным для разрешения при сканировании, и углами поворота растровых форм имеет важное значение, поскольку оно влияет на объем информации, необходимой для формирования каждой точки растра в описании PostScript. Теоретически, один пиксел должен содержать всю информацию, необходимую, чтобы генерировать одну точку растра — идеальное отношение 1:1. На практике этого не получается, потому что при повороте горизонтального отрезка данной длины на 45 градусов его *горизонтальная проекция* значительно уменьшается (см. рисунок 3-5). Чтобы компенсировать это кажущееся "уменьшение", необходимо увеличить длину горизонтального отрезка в

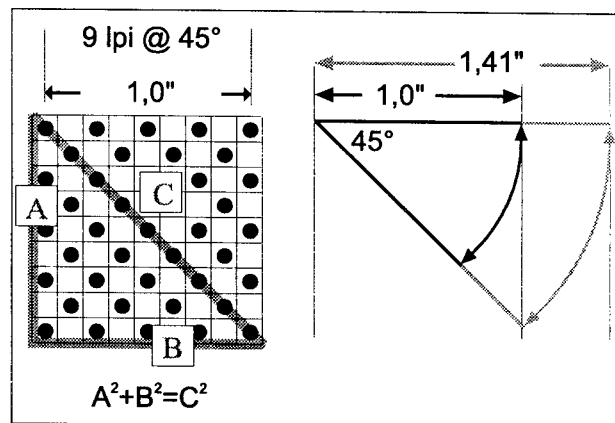


Рисунок 3-5

С любезного разрешения ImageXPress, Inc.

Вот почему имеет смысл отношение выходное разрешение / пространственная частота растра, равное 1,41:1. Поворот горизонтального отрезка на 45 градусов (*справа*), как в растре для черной печатной формы (*слева*), приводит к кажущемуся "уменьшению" горизонтальной проекции отрезка (*справа*). Увеличение длины отрезка в 1,41 раза компенсирует этот эффект. Из элементарной геометрии следует, что угол 45 градусов для черной печатной формы (наиболее отходящий от горизонтальной линии в системе СМУК) приводит к появлению отрезка, длина которого в 1,41 раза больше, чем длина горизонтального отрезка, представляющего угол сканирования.

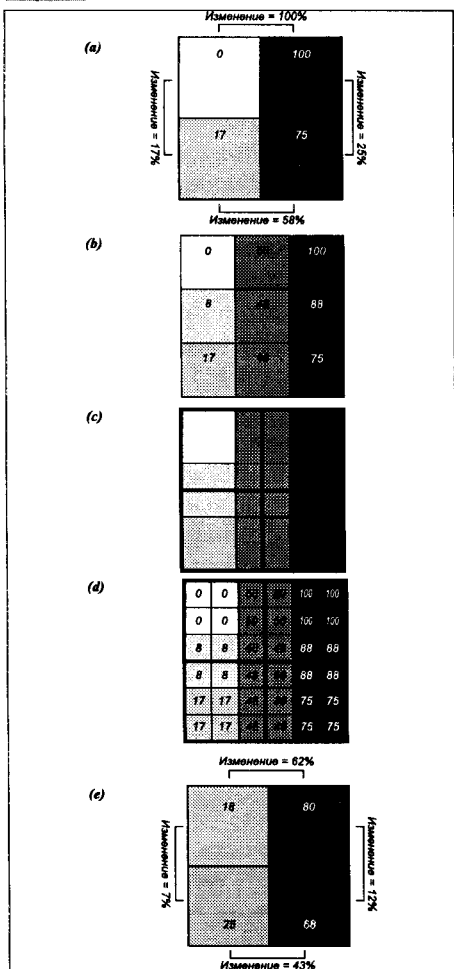


Рисунок 3-6

С любезного разрешения
ImageXPress, Inc.

Включение избыточных пикселей в изображение может приводить к потерям контраста и деталей после растривания. (а) Характеристики смежных пикселей в изображении, имеющем отношение $r_{pi}/l_{pi} = 1,4:1$. (б) Характеристики смежных пикселей в изображении, имеющем отношение $r_{pi}/l_{pi} = 2:1$. (в) RIP имиджсеттера усредняет все значения внутри полутоновой ячейки, чтобы получить единое значение для точки растра. (г) RIP складывает все значения тонов в каждой ячейке и делит их на число компонентов ячейки (в этом примере девять). (д) В результате этого процесса усреднения уменьшаются контраст и детальность по сравнению с версией изображения до растривания (б) или с изображением, которое содержит только правильный объем данных (а).

1,41 раза относительно его исходной длины, чтобы подогнать протяженность диагонального отрезка. Отметим также, что на растровой диаграмме на рисунке 3-5 прямоугольный треугольник сформирован горизонтальной линией (В, массив ПЗС сканера), вертикальной линией (А, расстояние перемещения ПЗС-датчика сканера) и диагональной линией (С, линия точек растра). Помните правило из геометрии прямоугольного треугольника $A^2 + B^2 = C^2$, которое учили в школе? Оно просто по-другому формулирует, что диагональная линия — отрезок, представляющий угол поворота растра, — в 1,41 раза длиннее, чем как горизонтальный, так и вертикальный отрезки.

Замечание: За решение, равное "квадратному корню из 2", мы должны благодарить древних греков. Именно они изобрели золотое правило растривания, а углы Парфенона — это только частность, замеченная Пифагором.

Таким образом, для генерации одной точки растра процессору растровых изображений (RIP) печатного устройства, использующего язык PostScript, требуется эквивалентный объем данных из приблизительно 1,41 пикселей изображения, а не двух пикселей, как часто полагают. (Для углов поворота голубых, пурпурных и желтых растров это отношение даже меньше, чем 1,4:1, но значение 1,41:1 соответствует сценарию худшего случая — углу поворота черного растра.)

Ситуация еще более прояснится, когда вы сообразите, что RIP усредняет все значения тона внутри каждой области полутоновой ячейки, получая единое значение, на основании которого генерирует одну точку растра. На рисунке 3-6 показано, что если изображение содержит много избыточной информации (ситуация с отношением разрешение / пространственная частота растра, равным 2:1), то RIP усредняет много цветов или градаций серого, сводя их к единому значению, что неудачно сказывается на контрасте и деталях изображения.

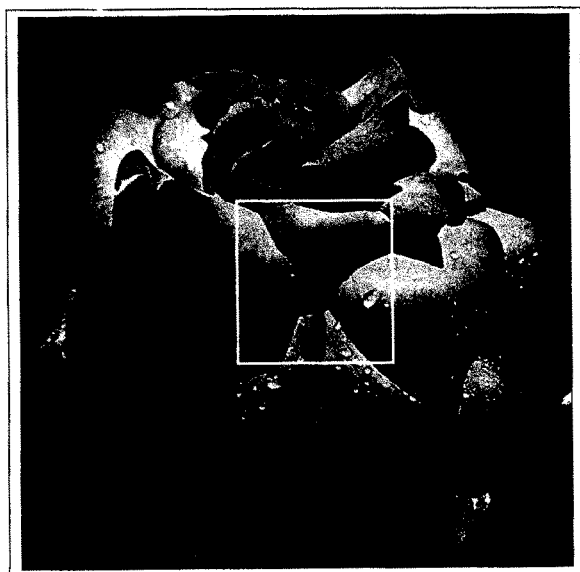
Итак, мораль сей истории такова: больше — это не лучше, а просто больше. Избыточные данные в файле изображения только повышают требования к средствам хранения и увеличивают издержки вывода, не повышая качество напечатанной иллюстрации — на деле качество вывода может даже ухудшиться. В большинстве случаев коэффициент растривания 1,5 достаточен для оптимального воспроизведения деталей и контраста. Единственным исключением из этого правила могут быть чрезвычайно детализированные изображения типа архитектурных чертежей.



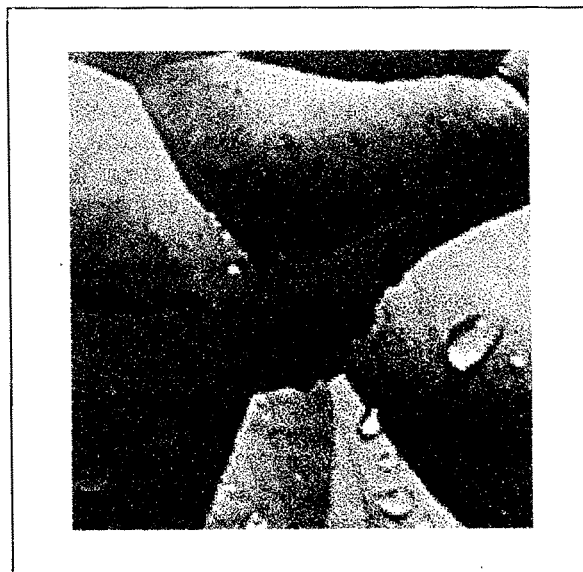
АМ-растрирование, 133 lpi



Масштаб 300%



ЧМ-растрирование, точка 41 мкм
(ЧМ-разрешение 635 dpi)



Масштаб 300%

© Emil Ihrig

Рисунок 3-7

При амплитудном растрировании генерируются точки переменного размера, располагаемые через одинаковые интервалы (вверху); при частотно-модулированном растрировании точки очень малого (фиксированного или переменного) размера размещаются через переменные интервалы (внизу). Превосходная проработка деталей при ЧМ-растрировании может быть полезной для документов, напечатанных на мелованной бумаге с высокой предельной кроющей способностью печатной краски. Для получения ЧМ-версии изображения был использован автономный пакет Icefields от Isis Imaging Corp.

Альтернативы частотно- модулированного растрирования

Вы уже убедились, что углы поворота раstra и необходимость сохранения жесткой, регулярной структуры раstra при цифровом растрировании часто не позволяют поддерживать оптическую иллюзию непрерывного тона при печати. В результате поиска альтернативных решений появилась относительно новая технология — частотно-модулированное, или ЧМ, растрирование, которое быстро приобретает популярность как жизнеспособная реальная альтернатива традиционному растровому представлению полутонов.

Если при стандартном цифровом растрировании используются точки переменных размеров, расположенные через фиксированные интервалы сетки, то в технологии частотно-модулированного растрирования используются точки фиксированного размера (а в некоторых версиях стохастического растрирования — точки переменного размера), разделенные случайными интервалами (см. рисунок С-3 в цветной вставке). Этот квазислучайный метод размещения точек, которое на самом деле производится математическим алгоритмом, позволяет устранить распознаваемые глазом растровые структуры и муар. Области изображения с повышенной плотностью точек кажутся более темными, а участки с меньшей плотностью точек — более светлыми. При ЧМ-растрировании используются точки меньшего размера, чем в стандартном подходе, — обычно от 15 до 40 микрон. ЧМ-растрирование с размером точки 19 мкм эквивалентно представлению 1-процентных градаций серого при разрешении 150 lpi! Отличия в размерах точки и структуре раstra между АМ- и ЧМ-версиями растрового представления розы продемонстрированы на рисунке 3-7.

При ЧМ-растрировании теряет смысл понятие пространственной частоты раstra, потому что отсутствует регулярная структура раstra. Имеет значение лишь разрешающая способность устройства вывода и минимальный размер точки раstra, который может

воспроизводить данная печатная машина при сравнимой пространственной частоте раstra. Оба этих фактора определяют размеры точек ЧМ, которые следует использовать для большинства приложений. Чем выше разрешение имиджсеттера или устройства разработки печатных форм, тем меньше размер минимальной точки и точнее воспроизведение деталей изображения.

ЧМ-растрирование обладает несколькими преимуществами перед традиционным подходом, но выдвигает и новые проблемы. Рассмотрим вкратце выгоды и недостатки технологий ЧМ-растрирования.

Преимущества ЧМ-растрирования

Молодая технология ЧМ-растрирования уже предлагает существенные выгоды для некоторых приложений печати высокого класса, особенно при печати изображений с много-разрядным цветом, широким динамическим диапазоном, гладкими переходами между тонами и сложными деталями. Рассмотрим, с чем связаны и как реализуются эти преимущества.

- **Более чистые цвета** — Устранена опасность муара, цвета определены более четко и менее подвержены взаимному загрязнению.
- **Улучшенная резкость края изображения и детальность** — Считается, что край — это место контраста между двумя смежными пикселями. Небольшие размеры точек, используемых в ЧМ-растрировании, способствуют формированию четких краев и деталей рисунка во всех тоновых диапазонах, но особенно в наиболее светлых участках и тенях. Превосходная резкость края изображения в ЧМ-подходе делает его идеальным для воспроизведения тонких подробностей в тканях и драгоценностях.
- **Гладкие градации между смежными тонами** — Темы, для которых характерны тонкие, непрерывные градации тонов, часто лучше представляются с помощью ЧМ-растрирования, чем традиционного цифрового подхода, если в

используемом вами цифровом изображении скорректирован шум, который часто наблюдается в слабоконтрастных областях изображения.

- **Печать более чем четырьмя цветами** — Печать с использованием более чем четырех печатных форм в рамках традиционного полутонового растривания может оказаться затруднительной, поскольку ошибки совмещения растут с каждой добавляемой формой. ЧМ-растривание обладает высокой устойчивостью к погрешностям совмещения, что делает его идеальным средством печати изображений, для которых требуются дополнительные печатные формы, — для лаков, флуоресцентных печатных красок, металлических цветов или технологии, известной под названием HiFi color (см. главу 4).

- **Пониженное входное и выходное разрешение** — Многие пользователи утверждают, что при данной номинальной пространственной частоте растра для получения высококачественной иллюстрации с помощью ЧМ-растривания требуется меньший объем данных изображения, чем с помощью традиционного цифрового подхода. По мнению некоторых, для ЧМ-растривания достаточно минимальное значение коэффициента 1:1 (сравните с 1,5:1 для АМ-растривания). Это означает, что изображение, предназначенное для вывода при номинальной плотности растра 150 lpi, могло бы обеспечить превосходные результаты при ЧМ-растривании с использованием выходного разрешения всего 150 ppi. Напомним, что для достижения того же уровня качества с использованием АМ-растривания понадобилось бы разрешение 225 ppi! После усовершенствования этой технологии уменьшение объема данных изображения, обрабатываемых процессором растровых изображений имиджсеттера, должно привести к повышению производительности и существенному снижению стоимости вывода изображений. Другой вариант — сохранить в изображении тот же объем дан-

ных, как для АМ-растривания, но затем выводить его при большей номинальной плотности растра с помощью ЧМ-растривания.

Совет: Не все согласны с тем, что при использовании ЧМ-растривания следует использовать меньшее входное и выходное разрешение. Вот мнение профессионалов, работающих в области полиграфии высокого класса. Поскольку ЧМ-растривание позволяет прорабатывать детали лучше, чем полутоновое, в ваших же интересах использовать выходные разрешения, равные или даже большие, чем использовались бы для АМ-растривания. Наибольшие шансы извлечь выгоду из потенциальных преимуществ ЧМ-растривания при выводе изображений высокого разрешения — печатать на мелованной бумаге и на листовой печатной машине.

Проблемы ЧМ-растривания

При всех потенциальных выгодах в области ЧМ-растривания еще осталось решить несколько проблем. Некоторые программные решения уже существуют; другие в настоящее время разрабатываются. Качество результатов зависит и от опыта работы с новой технологией, которым обладает сотрудник сервисного бюро или типографии. Перечислим некоторые из потенциальных проблем:

- **Увеличение размера растровой точки** — Увеличение размера растровой точки описывает тенденцию увеличения размера или расплывания точек растра, после того как печатная краска наносится на бумагу в печатной машине. Согласно спецификации SWOP (стандарта рулонной офсетной печати), диапазон увеличения размера растровой точки при традиционной растровой печати изображений составляет 18—25 процентов. Однако в изображениях, напечатанных с использованием ЧМ-растривания, наблюдается исключительно сильное увеличение размера растровой точки: от 25 до 35 процентов на мелованной бумаге и до 50 процентов на немелованной. Таким образом, хотя исходная ЧМ-точка имеет очень малые размеры, с учетом растекания необходимо резервировать

вокруг каждой точки довольно большую область. Следует отметить, что проблема увеличения размера растровой точки не безнадежна. Поставщики средств ЧМ-растрирования, которые также производят имиджсеттеры или устройства разработки печатных форм, предоставляют для своего оборудования программные *передаточные кривые*, позволяющие предварительно компенсировать ожидаемое увеличение размера растровой точки. Передаточные кривые аналогичны кривым, которые используются для корректирования тона и цвета в цифровом изображении. Единственное отличие состоит в том, что они изменяют способ, которым собственно имиджсеттер воспроизводит тона. Если имиджсеттер или устройство разработки печатных форм, используемые для вывода изображений, *линеаризованы* (калиброваны для обеспечения стабильности характеристик) и для печати используется соответствующая кривая предварительной компенсации, то увеличение размера растровой точки — не проблема.

- **Зернистость** — Некоторые конечные пользователи технологий ЧМ-растрирования отмечают зернистость в малоконтрастных областях отпечатанных изображений. Ряд разработчиков программного обеспечения для ЧМ-растрирования, включая R.R. Donnelley & Sons, включили в свои пакеты средства для фильтрации и удаления шума; поинтересуйтесь этой особенностью, собираясь работать с ЧМ-растрированием. Если опция фильтрации шумов не включена, то рассмотрите возможность вывода изображения на системе, которая позволяет использовать оба вида растрирования в одном документе. При этом можно готовить низкоконтрастные изображения для традиционного цифрового растрирования, а другие изображения — для ЧМ-растрирования. Так, программные продукты для ЧМ-растрирования фирмы Screen USA позволяют выполнять АМ- и ЧМ-растрирование для различных частей одного изображения, а автономное приложение Icefields (рисунок 3-8) позволяет выбирать для ЧМ-растрирования отдельные изображения на любой странице.

Совет: Для того чтобы избежать зернистости в ситуации, когда все изображения в документе имеют низкую контрастность, используйте вместо ЧМ-растрирования традиционный цифровой подход.

- **Слишком малые размеры точки** — Изготовители имиджсеттеров обычно предусматривают только один или два фиксированных размера точки при заданном выходном разрешении, причем эти точки обычно слишком малы для использования на неме-

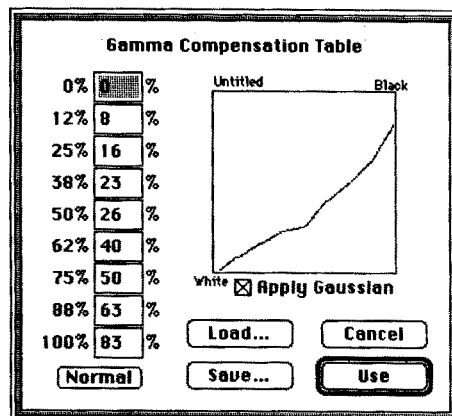


Рисунок 3-8

Icefields от Isis Imaging Corp. — независимое от внешних устройств приложение для ЧМ-растрирования, предназначенное для платформы Macintosh, позволяющее выводить на одной странице изображения и для ЧМ-, и для АМ-растрирования. Пользователи могут создавать заказные передаточные кривые для предварительной компенсации увеличения размера растровой точки.

лованной и газетной бумаге или при трафаретной печати, где увеличением размера точки труднее управлять. Небольшие размеры точек также частично ответственны за шум, наблюдаемый в малоконтрастных изображениях. Сейчас наблюдается тенденция к более гибкому выбору размера точки для каждого выходного разрешения, и размер точки увеличился до 100 микрон (по сравнению с имевшимися ранее 30—40 микронами).

- **Контроль качества** — Из-за проблемы увеличения размера растровой точки ЧМ-растрирование не прощает пыльных рабочих помещений, нелинеаризованных имиджсеттеров и небрежности в работе. Лучше всего

работать с агентствами допечатной подготовки и сервисными бюро, имеющими опыт в области ЧМ-растрирования, или использовать высокую пространственную частоту растрирования (200 lpi и выше).

- **Получение пробных изображений** — Получение представительных пробных изображений — все еще проблема в области ЧМ-растрирования, поскольку существующие системы получения пробных изображений не могут воспроизводить точки столь небольшого размера или правильно отражать повышенное увеличение размера растровой точки. Поскольку ЧМ-растрирование получает все большее распространение, следует ожидать разработки соответствующих методов получения пробных изображений.

Переход к ЧМ-растрированию

Хотя несколько проблем в ЧМ-растрировании остаются частично нерешенными, есть много приложений, в которых эта технология может оказаться очень полезной. Следующие рекомендации помогут вам решить, будет ли ЧМ-растрирование полезно для ваших проектов.

Непосредственная обработка печатных форм

Для управления размером точки при ЧМ-растрировании необходимо повышенное внимание к качеству окружающей среды в производственном помещении. Использование устройств разработки или систем непосредственной обработки печатных форм уменьшает число технологических этапов в процессе получения отпечатанных страниц и, следовательно, помогает поддерживать стабильный размер точки. ЧМ-растрирование и системы непосредственной обработки печатных форм — естественные союзники!

Многоразрядный цвет

ЧМ-растрирование прекрасно воспроизводит тонкие переходы тонов, особенно на наиболее светлых участках и в тенях. Барабанные сканеры и 48-разрядные программы редакти-

рования изображений типа Live Picture также могут использоваться для сохранения максимально возможных гладких переходов тонов изображения в ходе процесса коррекции. Для полного — от ввода до вывода изображения — сохранения тоновых характеристик и детальности подумайте об использовании ЧМ-растрирования при работе с изображениями с высокой разрядностью представления цвета.

Чрезвычайно детализированные изображения

Чрезвычайно детализированные изображения часто не слишком хорошо воспроизводятся в печати с использованием традиционного цифрового растрирования. Чрезвычайно малые размеры точки, возможные при ЧМ-растрировании, позволяют сохранить мельчайшие детали в отпечатанном документе, если в сервисном бюро понимают, как управлять более высоким увеличением размера растровой точки.

HiFi Color и дополнительные цветоделенные печатные формы

Термин *HiFi color*, который будет детально обсуждаться в главе 4, описывает набор технологий допечатной подготовки, разработанных для улучшения цветовой гаммы печати с использованием более четырех цветоделенных печатных форм. Как уже объяснялось, использование более четырех печатных форм в стандартном режиме цифрового растрирования увеличивает риск нарушения совмещения печатных форм и образования муара. ЧМ-растрирование, устраняющее муар, прекрасно приспособлено для печати в режиме HiFi color и для приложений печати в режиме СМУК, в которых требуются дополнительные печатные формы для металлических или флуоресцентных печатных красок или лаков.

Пользуйтесь услугами опытных поставщиков

Независимо от того, какие изображения планируется выводить с использованием ЧМ-растрирования, ничто не заменит вам сервисного бюро или агентства допечатной подготовки, которые уже имеют некоторый опыт использования технологии и понимают значение регулярного и правдивого общения. Трех-

сторонняя связь между поставщиком услуг допечатной подготовки, полиграфистами и группой дизайнеров, ведущих проект, была важна всегда, но она становится особенно критической, когда вы имеете дело с новой технологией, требующей тонких мер контроля качества. Для обеспечения согласованности методов вывода планируйте сотрудничество с универсальным сервисным бюро, которое производит пленку или печатные формы на фирме.

В этой главе мы более внимательно рассмотрим технологии растривания, которые являются и основой, и душой воспроизведения в печати, а также причины многих проблем

на пути к безупречным иллюстрациям. Увеличение размера растровой точки и муар не единственные ловушки, подстерегающие отпечатанные изображения: сдвиги цвета, нарушение баланса цвета, сжатие тонов, чрезмерное увеличение четкости, избыточное или неадекватное разрешение, недостаточный треппинг, образование полос и недостаток информации относительно установок печатных машин могут приводить к одинаково раздражающим дефектам. В главах 4—10 мы рассмотрим самые эффективные способы избежать этих и других ошибок воспроизведения в печати.