

Как показал анализ, респонденты позитивно относятся к электронным книгам (80%), в то же время есть ряд неудобств, ограничивающих применение электронных изданий. Среди них, сложность восприятия экрана, высокая цена и невозможность брать с собой. Кроме того, 2% опрошенных, которые являются владельцами букридеров отметили, что не всегда удобный формат и долго происходит поиск нужной страницы.

Говорить о полном исчезновении традиционных книг пока еще рано, но нельзя отрицать, что развитие цифровых технологий и увеличение числа их активных пользователей, уже в ближайшее время изменит этот имеющий многовековую историю носитель информации буквально до неузнаваемости.

Прогнозы относительно дальнейшего бытования электронной книги различны: с концепцией мирного сосуществования традиционных и электронных книг спорит концепция безбумажного общества, сторонники которой убеждены в полном вытеснении электронными книгами бумажных изданий.

ЦВЕТОДЕЛЕНИЕ И ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ В ПОЛИГРАФИИ

С.С. Кашкарёва

В теории синтеза цвета выделяют 2 вида - аддитивный и субтрактивный.

Аддитивный синтез цвета основан на оптическом смешении красного, зеленого и синего световых лучей (отсюда и аббревиатура RGB - red-green-blue). Этот вид синтеза применяется в основном при воспроизведении цвета в телевизионных и компьютерных мониторах. Также возникает на разноцветных растровых изображениях в полиграфии, когда темные участки воспроизводятся крупными растровыми элементами, а светлые - более мелкими (т.н. автотипный синтез).

Поскольку в RGB модели происходит сложение цветов, то она называется *аддитивной* (additive). Именно на такой модели построено воспроизведение цвета современными мониторами (рис. 1).

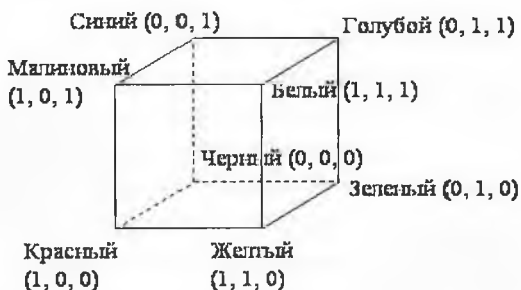


Рис. 1. Цветовое пространство RGB модели

Субтрактивный тип получения цвета основан на поглощении белого спектра слоем краски при освещении цветного изображения. Часть света, попадая на цветной оттиск, поглощается краской, а другую часть в виде светового потока улавливает человеческий глаз. В полиграфии данный вид цветосинтеза основан на предварительном смешении красок вне машины. Разные оттенки получаются в результате наложения растровых элементов красок при печати

Цветовые модели CMY и CMYK. Модель CMY использует также три основных цвета: Cyan (голубой), Magenta (пурпурный, или малиновый) и Yellow (желтый). Эти цвета описывают отраженный от белой бумаги свет трех основных цветов RGB модели. Поэтому можно описать соотношения между RGB и CMY моделями следующим образом:

$$\begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix}$$

Модель CMY является *субтрактивной* (основанной на вычитании) цветовой моделью. Как уже говорилось, в CMY-модели описываются цвета на белом носителе, т. е. краситель, нанесенный на белую бумагу, вычитает часть спектра из падающего белого света.

Например, на поверхность бумаги нанесли голубой (Cyan) краситель. Теперь красный свет, падающий на бумагу, полностью поглощается. Таким образом, голубой носитель вычитает красный свет из падающего белого.

Такая модель наиболее точно описывает цвета при выводе изображения на печать, т.е. в полиграфии.

Поскольку для воспроизведения черного цвета требуется нанесение трех красителей, а расходные материалы дороги, использование CMY-модели является не эффективным. Дополнительный фактор, не добавляющий привлекательности CMY-модели, – это появление нежелательных визуальных эффектов, возникающих за счет того, что при выводе точки три базовые цвета могут ложиться с небольшими отклонениями. Поэтому к базовым трем цветам CMY-модели добавляют черный (black) и получают новую цветовую модель CMYK.

Для перехода из модели CMY в модель CMYK иногда используют следующее соотношение:

$$K = \min(C, M, Y);$$

$$C = C - K;$$

$$M = M - K;$$

$$Y = Y - K.$$

Соотношения преобразования RGB в CMY и CMY в CMYK-модель верны лишь в том случае, когда спектральные кривые отражения для базовых цветов не пересекаются. Поэтому в общем случае можно сказать, что существуют цвета, описываемые в RGB-модели, но не описываемые в CMYK-модели (рис. 2).

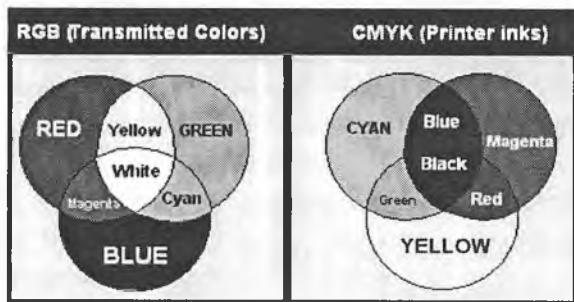


Рис. 2. Цветовые модели SMYK и RGB

Идеальный субтрактивный синтез основывается на двух положениях:

- каждая триадная краска поглощает свет только в одной из зон спектра (красной, зеленой или синей), полностью пропуская излучения двух других зон;
- степень поглощения краской света, характеризующаяся ее оптической плотностью, линейно связана с концентрацией краски на поверхности запечатываемого материала (закон Бугера-Ламберта-Бера).

CMYK + PANTONE (смесевые и специальные краски + лак)

При этом способе печати, 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 для придания им специальных свойств.

HiFi Color

Изобретение Бернасconi

В мае 1998 года Мэтью Бернасconi (Matthew Bernasconi), основатель компании Opaltone Graphic Solutions, получил патент на изобретение технологии аппаратного семикрасочного цветоделения. Суть данного изобретения в том, что цветоделение выполняется с помощью барабанного сканера (в устаревшей терминологии — цветоделителя-цветокорректора) за два прохода. При первом проходе формируются CMYK-сепарации, при втором — RGB-сепарации.

Модель HSB (HSL, HSI, HSV)

На цветовом круге основные цвета моделей RGB и CMYK находятся в такой 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 излучения, света отраженной от непрозрачного объекта или прошедшей через прозрачный объект.

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. На модели все одинаково насыщенные цвета располагаются на concentрических окружностях, то есть можно говорить об одинаковой насыщенности, например, зеленого и пурпурного цветов, и чем ближе к центру круга, тем все более разбеленные получаются цвета. В самом центре любой цвет максимально разбеливается, проще говоря, становится белым светом 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 модель необходимо координату направить вниз. В результате получается конус или шар, в зависимости от критерия отсекания серых цветов. В цветовом пространстве модели HSV (Hue, Saturation, Value), иногда называемой HSB (Hue, Saturation, Brightness), используется цилиндрическая система координат, а множество допустимых цветов представляет собой шестигранный конус, поставленный на вершину.

Основание конуса представляет яркие цвета и соответствует $V = 1$. Однако цвета основания $V = 1$ не имеют одинаковой воспринимаемой интенсивности. Тон (H) измеряется углом, отсчитываемым вокруг вертикальной оси OV . При этом красному цвету соответствует угол 0° , зелёному – угол 120° и т. д. Цвета, взаимно дополняющие друг друга до белого, находятся напротив один другого, т. е. их тона отличаются на 180° . Величина S изменяется от 0 на оси OV до 1 на гранях конуса.

Конус имеет единичную высоту ($V = 1$) и основание, расположенное в начале координат. В основании конуса величины H и S смысла не имеют. Белому цвету соответствует пара $S = 1, V = 1$. Ось OV ($S = 0$) соответствует ахроматическим цветам (серым тонам).

Процесс добавления белого цвета к заданному можно представить как уменьшение насыщенности S , а процесс добавления чёрного цвета – как уменьшение яркости V . Основанию шестигранного конуса соответствует проекция RGB куба вдоль его главной диагонали (рис. 3).

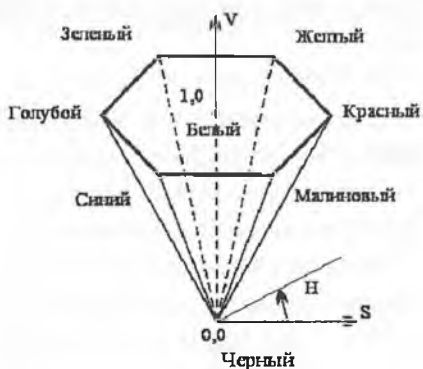


Рис. 3. Цветовое пространство HSV модели

Еще одним примером системы, построенной на интуитивных понятиях тона насыщенности и яркости, является система HLS (Hue, Lightness, Saturation). Здесь множество всех цветов представляет собой два шестигранных конуса, поставленных друг на друга (основание к основанию) (рис. 4).

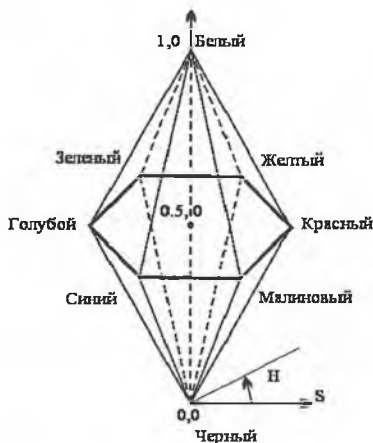


Рис. 4. Цветовое пространство HLS-модели

После всего сказанного понятно, что за основу модели можно взять не отдельные цвета, а параметры, характеризующие цвет. 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, 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 L a b

Есть еще одна цветовая модель, которая называется L a b. Она была создана Международной комиссией по освещению (CIE) с це-

любо преодоления существенных недостатков вышеизложенных моделей, в частности, 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 определяется светлотой (Luminance) и двумя хроматическими компонентами: параметром а, который изменяется в диапазоне от зеленого до красного, и параметром в, изменяющимся в диапазоне от синего до желтого. Геометрический образ модели CIE L a b,— шар (рис. 5).

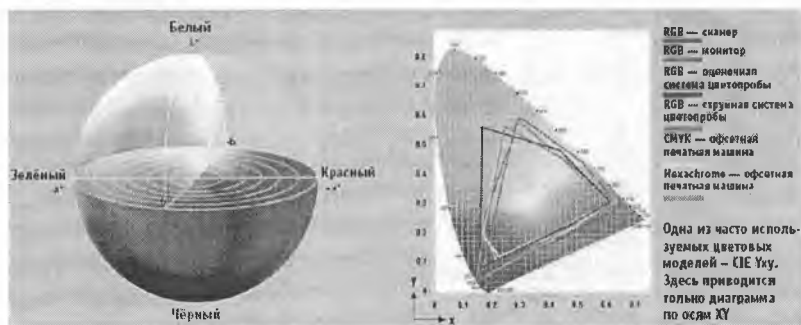


Рис. 5. Геометрический образ модели CIE L a b

Законы аддитивного сложения цвета:

1. Закон трехмерности: любой цвет однозначно выражается тремя цветами, если они линейно независимы (линейная независимость заключается в том, что нельзя получить ни один из указанных трех цветов сложением двух остальных).

2. Закон непрерывности: при непрерывном изменении излучения цвет также меняется непрерывно (не существует такого цвета, к которому невозможно было бы подобрать бесконечно близкий).

3. Закон аддитивности: цвет смеси излучений зависит только от их цветов, но не от спектрального состава.

Цветоделение

Это разделение исходного изображения на 4 цветовые составляющие, каждая из которых содержит только одномерный (численный) уровень — цветовые плоскости.

В настоящий момент в печатном деле нашли применение следующие технологии:

1. Цветоделение со скелетной градацией черного.
2. Технология ICR (GCR, Gray Component Replacement).
3. Технология UCR (Under Color Removal).

При использовании первой технологии происходит наложение черной краски поверх триадных на самых темных участках. В итоге доля черного достигает 400%: по 100% на каждый цвет, поэтому каждый лист приходится тщательно просушивать, чтобы не произошло перетискивания изображения на соседний лист. Для офсета такой способ не годится.

В технологии ICR цветовые оттенки создаются с помощью трех красок (их может быть и меньше), причем одна из них всегда черная. Использование краски составляет всего 300%.

Третья технология UCR – вычитание «из-под черного» подразумевает замену трех красок триады, присутствующих в одном элементе цветного оригинала, на соответствующее количество чёрной краски. При печати темных цветных изображениях возникают проблемы в наиболее темных местах изображения, поэтому количество триадных красок уменьшают именно в тех местах, где будет нанесена черная краска. Поэтому метод получил такое название.

Из всех технологий наибольшее распространение получила вторая. Она позволяет минимизировать потребление печатных красок.

Цветоделение играет важную роль в получении качественных оттисков. С помощью фотонаборного аппарата выводят пленки с изображением для каждой краски. В дальнейшем с них изготавливают фотоформы и при печати (последовательным наложением красок) получают необходимые цвета.

Хотелось бы упомянуть то, что разные программы могут дать неодинаковые результаты цветоделения. Цветовое изображение и модели СМΥК передается через мониторы с помощью триады RGB. Для максимального сходства необходимо тщательно откалибровать монитор. Независимо от этого результаты цветоделения можно оценить лишь с помощью цветопробы на пробопечатном станке, с использованием той же бумаги, что и для печати основного тиража. Ре-

зультаты цветопробы и печати могут не совпадать. Это обусловлено параметрами печатающего устройства. Только применение специальных программных и аппаратных инструментов позволит добиться превосходного качества цветопередачи.

Процесс цветного репродуцирования в полиграфии состоит из четырех стадий:

1. 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.

2. Преобразование изображения в форму, пригодную для последующего воспроизведения на оттиске. Эта стадия включает в себя преобразование цветового пространства (из RGB в CMYK, Pantone, Hexachrome или иную модель), отображение цветового пространства оригинала в пространство оттиска с градационным цветовым преобразованием, обеспечивающим психологически точное воспроизведение цвета. Эта стадия носит название градационной и цветовой коррекции и преобразования.

3. Регистрация (запись) выделенных составляющих (цветоделенных изображений). Запись производится на фотографическом материале, на магнитных носителях, на формных материалах (пластиках) или на формных цилиндрах (в глубокой печати, при цифровой печати, в DI-технологии). Сюда же относятся необходимые технологические преобразования: растривание, коррекция нелинейности устройства записи и т.д. Эта стадия носит название переходной, или стадии изготовления печатных форм.

4. Собственно печатание изображения на материальном носителе (бумаге, пластике и пр.) и получение оттиска (репродукции). Здесь производится наложение и совмещения цветоделенных изображений, окрашенных в соответствующие цвета применяемого синтеза и формирование изображения на оттиске. Эта стадия определена как синтез цветного изображение на оттиске или печатание.

Растрирование цветоделенных изображений

Для получения многокрасочных иллюстраций оригинал сначала разлагают на цветоделенные изображения для четырех основных красок печатного синтеза: голубой, пурпурной, желтой и черной, а затем, как описано выше, на отдельные печатающие элементы. Каждое цветоделенное изображение растрируют со своим *углом поворота растра*. При не надлежащей ориентации растровых структур может возникнуть интерференция, так называемый *муар*, который значительно ухудшает впечатление от репродукции (рис. 6).

В традиционной технологии репродуцирования цветоделенные изображения для трех хроматических красок развернуты друг к другу на 30° . При четырех-красочной печати для самой светлой краски, т.е. Желтой, оптимальным углом наклона является 15° по отношению к пурпурной или голубой краскам. Тем самым можно почти полностью предотвратить возникновение видимой муаровой сетки, причиной которой является перпендикулярная структура цветоделенных изображений. Однако муар, возникающий из-за взаимодействия растровой структуры с периодической структурой самого изображения, невозможно полностью исключить как помеху для зрительного восприятия репродукции.

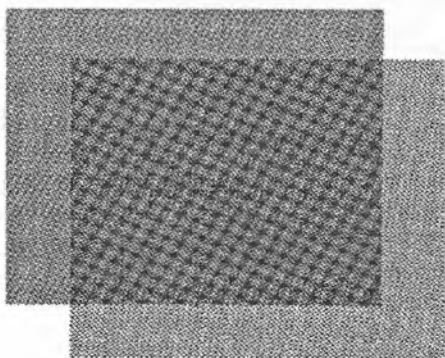


Рис. 6. Эффект интерференции (муар) при наложении двух периодических структур под малым углом друг к другу

Воспроизведение полутонов

Амплитудная модуляция. При так называемом растривании амплитудной модуляцией (автотипном растривании с применением периодической структуры) отдельные растровые точки расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, однако имеют различный диаметр (или различную площадь растровой точки при другой ее форме).

Частотная модуляция. При растривании с использованием частотной модуляции (ЧМ) отдельные растровые точки имеют одинаковый диаметр и расположены на различном расстоянии одна от другой (растривание с формированием нерегулярной структуры). При преобразовании полутонов оригинала по методу частотной модуляции количество и размер точек (в так называемой растровой ячейке) и расстояние между ними должно устанавливаться. Это можно осуществить по различным алгоритмам. Обычно для определенного уровня тона расстояние от точки к точке разное и распределено по случайному закону. По этой причине ЧМ-растривание называется случайным или стохастическим растриванием.

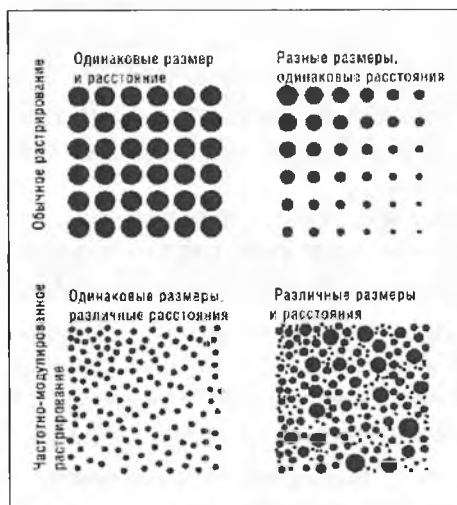


Рис. 7. Варианты точечных структур и воспроизведение ступеней градации

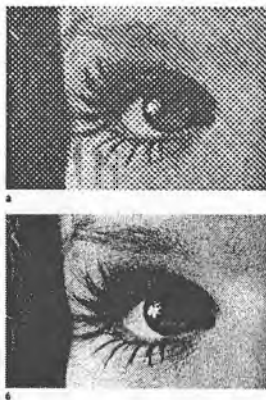


Рис. 8. Сравнение амплитудно-модулированного и частотно-модулированного растривания: а - амплитудно-модулированное (автотипное) растривание; б - частотно-модулированное (стохастическое) растривание.

Данная Технология разработана специально для повышения качества передачи мелких деталей изображения на оттиске и снятия проблемы муара на многокрасочных оттисках, что особенно важно в случае использования технологии Hi-Fi Color и при сканировании растровых изображений.

Стохастическое растривание позволяет воспроизводить очень тонкие линии, мелкие детали и плавные переходы полутонов, что неосуществимо при использовании обычного метода печати полутоновых изображений с применением регулярных растровых структур. Стохастическое растривание незаменимо, когда необходима качественная печать

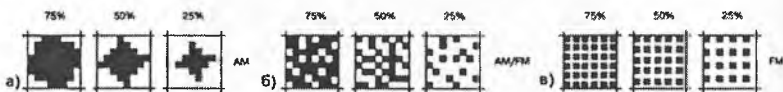


Рис. 9. Передача полутонов изменением: а — размера печатных элементов постоянного шага («амплитудное растривание»); б — площади элементов и частоты их расстановки (смешанная «АМ/ЧМ модуляция»); в — частоты расстановки одинаковых элементов («частотная модуляция»)

Модуляция интенсивности

Выше считалось, что передача полутонов осуществляется исключительно изменением площади растровых точек и/или расстоя-

ния между ними и что толщина красочного слоя на поверхности запечатываемого материала во всех точках одинакова (не считая небольших технологических отклонений в печати). Для способов печати, в которых количество краски, переносимой на бумагу, можно изменять от точки к точке, значение градации варьируется также толщиной красочного слоя, его оптической плотностью. Величина градации зависит от площади растровой точки и толщины красочного слоя. Это возможно в глубокой печати с изменением глубины печатных элементов или в бесконтактных способах, таких, как электрофотография или струйная печать.

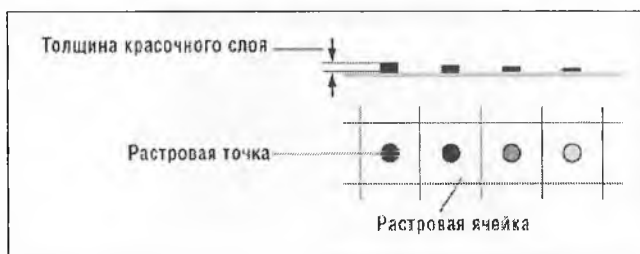


Рис. 10. Модуляция оптической плотности посредством изменения толщины красочного слоя

Комбинируя АМ или ЧМ-растрирование с модуляцией интенсивности, возможно расширить цветовой охват репродукции, а сочетание ЧМ-растрирования с модуляциями плотности оптимизирует процесс в отношении передачи мелких деталей и цветовоспроизведения.

Концентрическое растрирование

Главное отличие технологии концентрического растрирования – в структуре растровой точки, которая изображается не сплошной, а в виде комбинации концентрических окружностей. Такая форма точки ограничивает толщину красочного слоя, способствуя стабильности процесса печати, а также позволяет значительно и безболезненно повысить лиניатуру растра без появления муара, растискивания и резких переходов, присущих высоким лиניатурам. Ограничение толщины красочного слоя приводит также к снижению затрат краски на производство продукции.

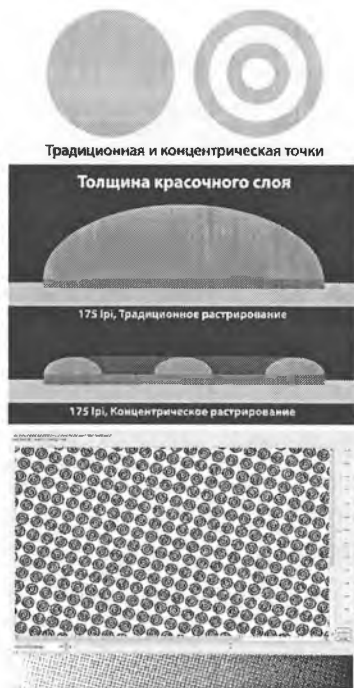


Рис. 11. Сравнение традиционного и концентрического растрирования

После совершения подобных несложных манипуляций можно печатать реальный тираж, используя отриппованный файл с концентрическим растром.

Использование концентрического растрирования позволило снизить потребление краски на 25-35% и сократить затраты на производство продукции. Цветопередача практически идентична традиционному растру, за исключением оранжевых цветов — в концентрическом растре они более светлые. Разница между 147 lpi традиционного растра и 200 lpi концентрического впечатляет — невооруженным глазом растровая структура не видна, зато отчетливо просматриваются мелкие детали изображения.

Полиграфисты, уже внедрившие новую технологию в свой производственный процесс, утверждают, что в нем сосредоточены преимущества стохастического растра второго поколения с известными плюсами традиционного.