

ИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ

В статье выполнен расчет информационной емкости оттисков, полученных способом цифровой печати. Проанализирована величина потерь информации при воспроизведении изображений неоригинальным способом. Построены градационные кривые печатного процесса для оттисков, полученных на цифровой печатной машине с использованием различных видов печатной бумаги.

In article calculation of information capacity of the prints received in the way of the digital press is executed. The size of losses of the information is analysed at reproduction of images by stereotyped way. Graded curves of printing process for the prints received on the digital printing machine with use of various kinds of a printing paper are constructed.

Введение. В настоящее время требования и условия изготовления защищенной полиграфической продукции устанавливаются с учетом ее назначения, срока обращения, условий применения, уровня ущерба в случае фальсификации и привлекательности подделки.

С развитием компьютерной и копировальной техники получить подобие оригинала становится все проще. Это возможно и с учетом того, что данные технологии становятся все более доступными для широкого круга потребителей. При этом также нельзя не учитывать возрастающий уровень полиграфического оборудования, демонстрирующего с каждым годом новые возможности оперативной, экономичной и качественной печати.

Качественная подделка — это самое близкое по точности воспроизведение копии оригинала, и для отличия оригинала от подделки часто используют специальные методы исследования. Однако необходимо отметить, что даже и в этом случае потеря информации при любом способе фальсификации неизбежна. Это связано с тем, что способ воспроизведения оригинальной продукции отличается от фальсифицированной.

Потери информации происходят на каждом этапе полиграфического воспроизведения продукции. При этом они могут возникать как на этапе ввода информации, так и на этапах изготовления фотоформ, печатных форм и непосредственно печати.

Поэтому прежде чем оценить комплексное значение потери информации, представляется необходимым произвести такую оценку на каждом из этапов. Безусловно, печатный процесс является одним из решающих этапов полиграфического воспроизведения, от качества проведения которого зависит качество готовой продукции. Поэтому важно учесть потери информации, которые возникают именно на данном этапе.

Основная часть. Способов защиты от подделки чрезвычайно много, и их число растет с каждым годом. Значительная их часть реализуется с помощью печатных технологий.

Процесс печатания заключается в переносе краски на запечатываемый материал, поэтому

защитные свойства оттиска могут быть обусловлены особенностями репродуцируемого изображения, характеристиками печатных красок, а также особенностями процесса нанесения красок, то есть способа печати.

В настоящее время одной из составляющих частей современной полиграфии является цифровая печать, на долю которой приходится довольно заметный объем всей печатной продукции. Цифровая печать не является альтернативой другим способам печати, а представляет высокотехнологичное производство, предназначенное для решения определенных задач, к которым относят оперативность, малотиражность, персонализацию, при сравнимом с другими видами печати качестве изображения. При этом именно персонализация (оформление печатной продукции, при котором каждый экземпляр тиража печатается с уникальными параметрами) является отличительной особенностью цифровой печати, позволяющей защитить продукцию от фальсификации.

Оперативность и возможность печати малых тиражей с низкой стоимостью достигается за счет отсутствия в процессе подготовки к печати дорогостоящих и занимающих значительное время подготовительных операций, таких, как изготовление фотоформ, печатных форм, приладки. При этом изображение напрямую с компьютера отправляется в печать. Данная особенность позволяет избежать потери информации на промежуточных стадиях.

Целью работы является информационная оценка оттисков, полученных способом цифровой печати на основе показателя информационной емкости. Данный показатель позволяет получить представление о степени защищенности оттисков, а также оценить их качество [1]. При этом предметом исследования являются не отдельные виды защищенной полиграфической продукции, а любая полиграфическая продукция, уязвимая для современных методов технической подделки.

Эксперимент проводился с использованием цифровой печатной машины марки Gestetner MP C7500, с помощью которой были получены

оттиски градационной шкалы. При этом были использованы различные виды печатной бумаги (офсетная массой 80 г/м²; мелованная массой 115 г/м²; 130 г/м²; 170 г/м²; 300 г/м², а также офисная бумага Colortech массой 200 г/м²). При получении оттисков применялись следующие настройки используемого оборудования: разрешение 600 dpi, линиятура 134 lpi.

Для построения градационных кривых использовалась многопольная растровая шкала. Все поля шкалы имеют одинаковую линиятуру растра и различаются площадью растровых элементов. В пределах каждого отдельного поля площади растровых элементов одинаковы (от 3 до 100%).

После получения оттисков на денситометре была измерена оптическая плотность и построен график зависимости, который иллюстрирует градационную характеристику данного печатного процесса.

Аналитически такая зависимость может быть выражена следующими уравнениями.

1. Идеальная зависимость, предполагающая идеальное отражение бумаги, коэффициент отражения которой $\rho_b = 1$, идеальный, полностью не отражающий слой краски с коэффициентом отражения $\rho_{кр} = 0$ и идеальный печатный процесс, абсолютно точно воспроизводящий геометрические размеры слоя краски на растровых элементах оттиска.

Данная зависимость определяется уравнением Шеберстова – Мурья – Девиса:

$$\rho_R = 1 - S_{отн}, \quad (1)$$

где ρ_R — коэффициент отражения каждого поля шкалы; $S_{отн}$ — относительная площадь растровых элементов.

Поскольку $D_R = -\lg \rho_R$, то уравнение (1) может быть представлено в форме

$$D_R = -\lg(1 - S_{отн}). \quad (2)$$

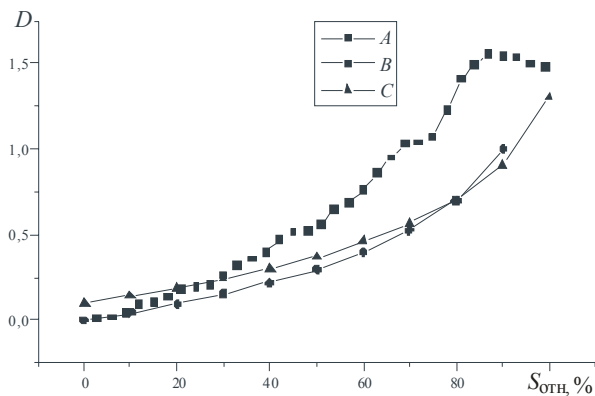


Рис. 1. Градационные кривые оттиска на офсетной бумаге массой 80 г/м²: A — измеренная; B — идеальная; C — идеальная при реальных условиях

2. Зависимость при идеальном печатном процессе, но при реальных значениях коэффициентов отражения бумаги и краски $\rho_b = 0,8$ и $\rho_{кр} = 0,05$ аналитически выражается уравнением следующего вида:

$$\rho_R = \rho_b - S_{отн}(\rho_b - \rho_{кр}). \quad (3)$$

Значение оптической плотности определяется как

$$D_R = -\lg[10^{-D_b} - S_{отн}(10^{-D_b} - 10^{-D_{кр}})]. \quad (4)$$

Результаты эксперимента позволили построить градационные кривые оттисков для различных видов печатной бумаги. Градационные кривые оттисков на офсетной бумаге массой 80 г/м² и на офисной бумаге Colortech массой 200 г/м² изображены на рис. 1, 2.

Представленные градационные кривые для рассматриваемых видов бумаги имеют достаточно плавный характер и вид идеальных зависимостей. При этом для офсетной бумаги наблюдается некоторая потеря деталей в тенях изображения. Начиная со значения 85% для относительной площади растровых элементов происходит небольшое уменьшение оптической плотности, что свидетельствует о плохой проработке элементов изображения в данной области. В целом динамический диапазон оптических плотностей для офсетной бумаги составляет 1,6, что соответствует нормативным значениям при печатании на данном виде бумаги.

Анализируя форму кривой для офисной бумаги Colortech массой 200 г/м², можно отметить, что данная зависимость имеет несколько завышенные значения оптической плотности, особенно в тенях изображения. При этом потеря деталей, характерных для данной области, по сравнению с офсетной бумагой здесь не наблюдается. Диапазон оптических плотностей для этого вида бумаги составляет 2,0.

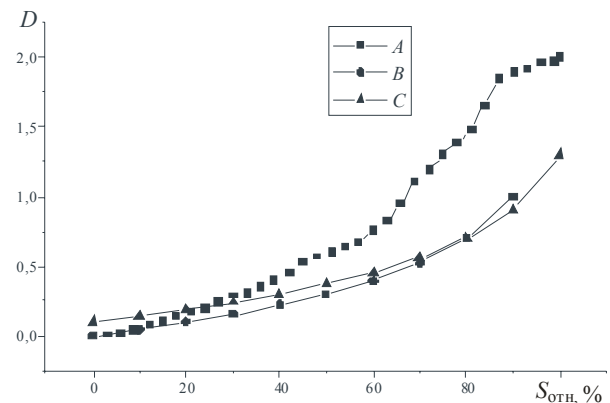


Рис. 2. Градационные кривые оттиска на офисной бумаге Colortech массой 200 г/м²: A — измеренная; B — идеальная; C — идеальная при реальных условиях

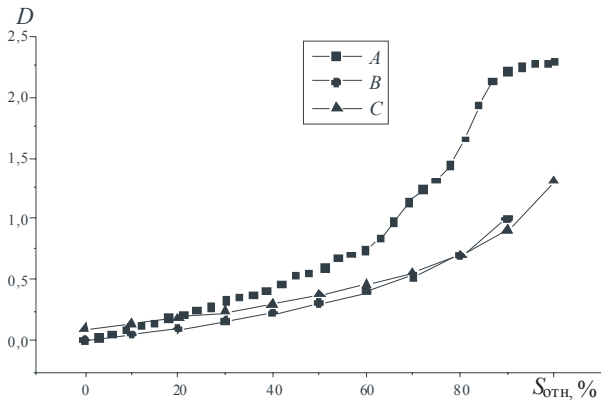


Рис. 3. Градационные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 115 г/м²: A — измеренная; B — идеальная; C — идеальная при реальных условиях

Аналогичные градационные кривые были построены и для образцов мелованных видов бумаги. Градационные кривые оттисков, полученных на бумаге массой 115 г/м², представлены на рис. 3, на бумаге 130 г/м² — на рис. 4. Данные зависимости имеют одинаковый характер и практически совпадают, одинаков и их динамический диапазон плотностей, равный 2,4.

Динамический диапазон, характерный для мелованной бумаги массой 115 г/м² и 130 г/м², имеет явно завышенный характер. В целом данные зависимости отличаются равномерностью, потерь оптической плотности по всему диапазону не наблюдается.

Градационные кривые на мелованной бумаге массой 170 г/м² представлены на рис. 5, на мелованной бумаге массой 300 г/м² — на рис. 6.

Характер представленных градационных кривых печатного процесса имеет общую закономерность. Для данных оттисков характерна потеря тонопередачи в тенях изображения, начиная с области, соответствующей 90% относительной площади растровых элементов. Величина динамического диапазона оптических

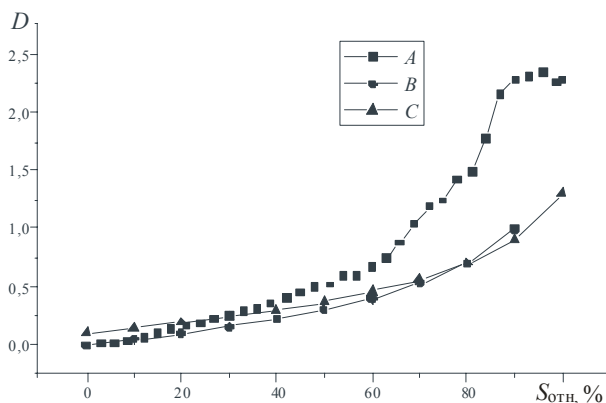


Рис. 5. Градационные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 170 г/м²: A — измеренная; B — идеальная; C — идеальная при реальных условиях

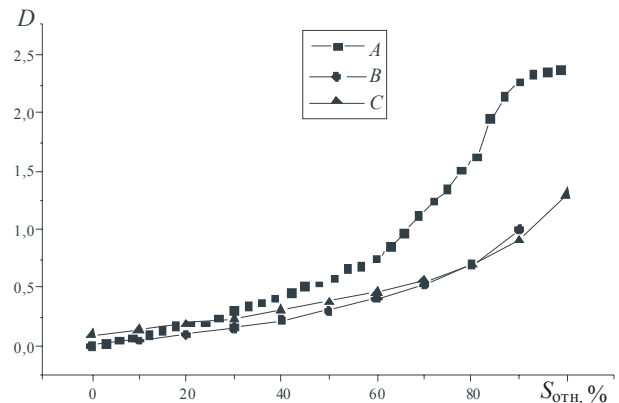


Рис. 4. Градационные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 130 г/м²: A — измеренная; B — идеальная; C — идеальная при реальных условиях

плотностей превышает допустимые значения и соответствует значению 2,5.

Для оценки качества оттисков и степени их защищенности предлагается использовать информационный подход, в основе которого лежит определение информационной емкости изображения [1]. Данный подход позволяет в более полной мере дать обобщенную оценку оттиска и оценить потери информации, возникающие на этапах его полиграфического воспроизведения.

Величина информационной емкости I монохромного изображения зависит от линиатуры L и количества градаций оптической плотности m и рассчитывается [1] как

$$I = L^2 \log_2 m. \quad (5)$$

Разрешение и линиатура печати связаны выражением [1]

$$m = (R/L)^2 + 1. \quad (6)$$

Величина информационной емкости при значении линиатуры 134 lpi и разрешении 600 dpi для цифровой печатной машины составит 79 006 бит/двойм².

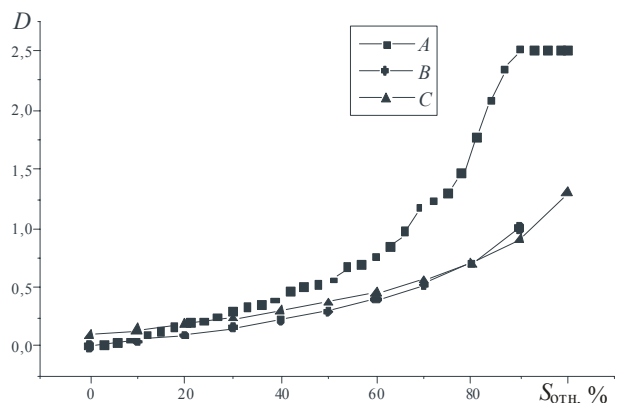


Рис. 6. Градационные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 300 г/м²: A — измеренная; B — идеальная; C — идеальная при реальных условиях

Сравнительный анализ величин потерь информации

Характеристики печати	Печать				
	цифровая машина	лазерный принтер	ризограф	листовая печатная машина	рулонная печатная машина
Информационная емкость оттиска, бит/дюйм ²	79 006	52 095	52 000	52 243	46 891
Величина потерь информации, бит/дюйм ²	0	26 911	27 006	26 763	32 115

С учетом формулы (6) информационная емкость определяется [1]

$$I = L^2 \log_2 \left[(R/L)^2 + 1 \right]. \quad (7)$$

Для того чтобы оценить величину потерь информационной емкости при попытке фальсификации оттисков, необходимо сравнить оригинальный способ воспроизведения изображения с другими способами.

Так, в работах [2, 3] была рассчитана информационная емкость типографских оттисков, полученных на различных печатных машинах, а также с использованием ряда принтеров. Оттиски получены на различных видах печатной бумаги. Как показывают полученные данные, диапазон изменения информационной емкости достаточно широк. Это связано, в первую очередь, с большим различием в диапазоне параметров вывода. Все это позволяет создать условия получения печатной продукции достаточно оригинальными, сложными для воспроизведения другими способами.

В связи с этим представляется необходимым провести сравнительный анализ величин потерь информации при попытке фальсификации оригинала (таблица). С этой целью для сравнения выбирается ряд устройств с характеристиками вывода, достаточно близкими к оригинальному способу получения оттиска.

Как показывают полученные данные, все представленные устройства уступают качеству печати на цифровой печатной машине. При этом потери информации при попытке воспроизведения изображения неоригинальным способом любым из представленных способов будут значительными.

Заключение. В полиграфическом производстве основной целью технологического процесса является получение постоянного, предсказуемого результата с высоким качеством воспроизведения при множественном репродуцировании. При соблюдении необходимых условий цифровые технологии позволяют обеспечить постоянство входных и выходных параметров на протяжении всего рабочего цик-

ла и добиться качественного воспроизведения изображения оригинала на оттиске.

Повысить управляемость полиграфическим процессом, усилить контроль качества цвето-воспроизведения, сделать более доступным и эффективным технологический процесс воспроизведения оригинала на оттиске — вот неполный перечень задач, которые стоят перед цифровыми технологиями.

С развитием компьютерной техники инструментальные средства, оборудование, материалы становятся все более доступными. Это, в свою очередь, приводит к снижению трудоемкости технологических процессов, снижению затрат и уменьшению себестоимости продукции. Сложность полиграфического воспроизведения состоит в том, чтобы не потерять детали при воспроизведении изображения в печати. Потери информации могут привести к сглаживанию градиционного различия, то есть вызвать нарушения тонов.

Таким образом, данная работа позволяет не только оценить качество воспроизведения изображения путем оценки информационной емкости, но и рассчитать величину потерь информации, которые могут возникать при воспроизведении изображения неоригинальным способом.

Литература

1. Кулак, М. И. Оценка информационной емкости элементов защиты полиграфической продукции / М. И. Кулак, Ю. Ю. Русова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2005. — Вып. XIII. — С. 44–47.
2. Громыко, И. Г. Качество и информационная емкость оттисков, полученных на лазерных принтерах / И. Г. Громыко, Ю. Ю. Русова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2005. — Вып. XIII. — С. 59–63.
3. Громыко, И. Г. Применение информационного подхода для оценки качества печатных оттисков / И. Г. Громыко, Ю. Ю. Русова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2006. — Вып. XIV. — С. 64–67.

Поступила 05.03.2010