

Громько И. Г., старший преподаватель; Русова Ю. Ю., аспирант

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНЫХ ОТТИСКОВ

The article gives a calculation of informational bulk of prints and a volume of informational losses at counterfeit. This method is based on disparity of value of informational bulk of prints. Correction curves of prints for different printing-presses and sorts of paper are also performed in this article.

В настоящее время проблема фальсификации документов является весьма актуальной, поэтому предлагается рассмотреть один из параметров, который позволяет по разнице в количестве информации оттисков оценить величину ущерба от взлома системы защиты.

В последнее время получили распространение элементы защиты, обеспечивающие невозможность копирования и имитацию документов. Максимальный уровень защиты документов достигается наложением и дублированием нескольких средств защиты.

Задача производителя ценных бумаг — использовать такие средства защиты, которые сделали бы подделку неоправданной с точки зрения материальных и временных затрат. Использование современных средств защиты и методов их идентификации, позволяющих с высокой степенью вероятности определить подделку, многократно увеличивает фактор риска.

В работе представлены расчетные значения параметра «информационная емкость» применительно к печатным процессам с целью определения реальных информационных возможностей получаемых изображений. Таким образом, данные значения позволяют выбрать тот или иной способ воспроизведения для получения изображений с требуемым уровнем качества. Предлагается построение градиционных кривых с целью выявления пригодности устройств для передачи полутоновых изображений; по величине динамического диапазона определяется возможность передачи глубоких «теней».

После количественного анализа информационной емкости изображений, полученных различными способами, предлагается выявить величину ущерба при воспроизведении исходного изображения неоригинальным способом. Полученные значения позволяют количественно оценить разницу в детальности передачи изображений при вероятности их фальсификации.

Для растриванных монохромных изображений количество информации на единице площади зависит от линиатуры L и количества градиций оптической плотности m [1] и определяется

$$I = L^2 \log_2 m. \quad (1)$$

Поскольку количество передаваемых градиций определяется глубиной цвета, то формулу (1) можно представить в следующем виде [2]:

$$I = L^2 \lambda. \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) можно использовать для теоретической оценки качества оттисков и уровня технологии.

Градиционную характеристику печатного процесса можно представить следующей зависимостью: $D_R(S^{\text{отн}})$, где D_R — реальная величина оптической плотности растрового элемента на оттиске; $S^{\text{отн}}$ — относительная площадь растрового элемента на форме.

Данная зависимость определяется нарушениями геометрических и оптических параметров слоя краски на растровых элементах оттиска и определяется следующим образом:

$$D_R = -\lg(10^{-D_6} - (S^{\text{отн}} + 3,545 \Delta r \sqrt{S^{\text{отн}}}) \times (10^{-D_6} - 10^{-D_{\text{пл}}}), \quad (3)$$

где D_6 — оптическая плотность бумаги; Δr — ширина ореола растискивания; $D_{\text{пл}}$ — оптическая плотность плашки.

Определим относительную площадь растровых элементов полей оттиска:

$$S_{\text{отт}}^{\text{отн}} = \frac{10^{-D_6} - 10^{-D_R}}{10^{-D_6} - 10^{-D_{\text{пл}}}}, \quad (4)$$

где D_R — оптическая плотность растрового элемента.

Относительная площадь растровых элементов на форме задается в относительном выражении по отношению к степени заполнения растровой ячейки и колеблется в диапазоне от 0 до 1.

Относительная площадь ореолов растискивания для оттисков:

$$\Delta S^{\text{отн}} = S_{\text{отт}}^{\text{отн}} - S^{\text{отн}}. \quad (5)$$

Ширина ореола растискивания определяется по формуле

$$\Delta r = \frac{\Delta S^{\text{отн}}}{3,545 \sqrt{S^{\text{отн}} L}}. \quad (6)$$

Факторами, влияющими на увеличение растровой точки, являются: давление в печатной паре; количество подаваемой краски и ее реологические свойства; сорт бумаги; тип офсетного полотна; тип печатной машины: конструкция и расположение основных элементов, точность выполнения и регулирования всех механизмов печатной машины.

Такие факторы, как вязкость краски, количество и качество увлажняющего раствора, температура валиков в накатной группе, также оказывают влияние на увеличение растровых элементов, но в меньшей степени.

Увеличение размеров растровых элементов неизбежно приводит к снижению разрешающей способности печатного процесса, а значит — к потере отдельных деталей изображения, особенно в глубоких полутенях и в тенях, и к общему ухудшению градационной передачи. Отсюда следует, что во избежание указанных искажений, диктуемых особенностями печатного процесса, необходимо снизить линиатуру растра при проведении фоторепродукционных работ. Значение новой линиатуры определяется с учетом относительной площади растровых элементов на любом поле растровой шкалы оттиска.

Значение новой эффективной линиатуры растра $L_{эф}$ определяется с учетом относительной площади растровых элементов на оттиске по формуле

$$L_{эф} = \frac{L_{\phi}}{1 + 1,13(\sqrt{S_{отт}^{отн}} - \sqrt{S^{отн}})}, \quad (7)$$

где L_{ϕ} — первоначальная линиатура растра.

Применение новой линиатуры растра позволяет воспроизвести на оттиске растровые элементы раздельно на всех участках изображения.

С учетом эффективной линиатуры реальное значение информационной емкости печатных оттисков определяется по формуле

$$I_{эф} = L_{эф}^2 \log_2 \left[\left(\frac{R}{L_{эф}} \right)^2 + 1 \right]. \quad (8)$$

Например, при печати полутоновой шкалы с линиатурой 90 lpi и разрешением вывода 300 dpi величина информационной емкости составляет 29 146 бит/дюйм². После определения составляющих эффективной линиатуры получено, что ее значение равно 78 lpi, т. е. вывод изображения с данной линиатурой повышаст его разрешающую способность. Значение же информационной емкости при этом составляет 24 222 бит/дюйм².

Таким образом, потери информации при выводе изображения с эффективной линиатурой составляют 4924 бит/дюйм². Приведенный пример позволяет сделать вывод, что проведение печатных процессов всегда сопровождается выбором в достижении качества по одному или другому параметру.

Градационная кривая печатного процесса должна занимать промежуточное положение между идеальной и допустимой градационными кривыми.

Идеальная градационная кривая строится на основании теоретического определения оптической плотности элементов тест-объекта, которая вычисляется по формуле

$$D = -\lg(\rho_6 - \rho_{кр}), \quad (9)$$

где ρ_6 — коэффициент отражения бумаги; $\rho_{кр}$ — коэффициент отражения краски.

Допустимое же значение оптической плотности вычисляется с учетом растискивания в печатном процессе, при этом принимается, что ширина ореола растискивания равняется 0,005 мм.

На рис. 1 представлены градационные кривые оттиска, полученного при печати на офсетной бумаге, массой 80 г/м².

Анализ зависимостей показывает, что положение идеальной и допустимой градационных кривых фактически совпадает за счет принятой величины ореола растискивания. Иногда значение данного показателя считают равным 0,01 мм, однако данная величина является весьма завышенной, поэтому в настоящей работе примем этот показатель, уменьшенный в 2 раза.

Градационная кривая, построенная по измеренным значениям оптической плотности, находится выше положения допустимой кривой, что говорит о значительном избытке краски в печатном процессе. В целом градационная кривая имеет плавный вид, фактически отсутствует потеря деталей в тенях. Однако при печати на офсетной бумаге передаваемый динамический диапазон составляет только 1,2, что по данному показателю соответствует печати на принтере.

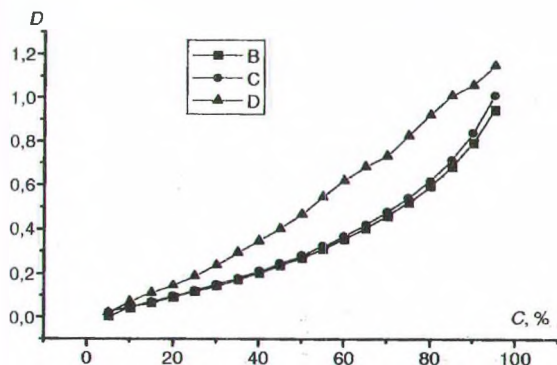


Рис. 1. Градационные кривые оттиска на офсетной бумаге: В — идеальная; С — допустимая; D — измеренная

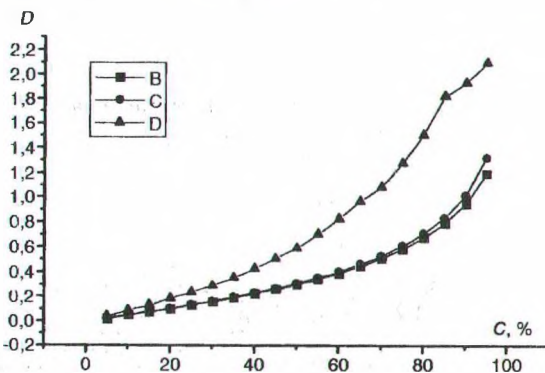


Рис. 2. Градационные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 130 г/м²: В — идеальная; С — допустимая; D — измеренная

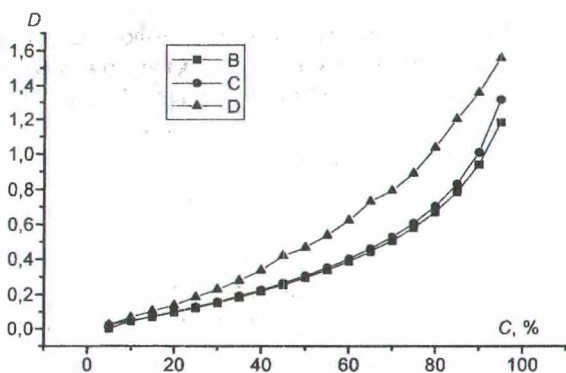


Рис 3. Градиционные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 240 г/м^2 : В — идеальная; С — допустимая; D — измеренная

Далее рассматривалось построение градиционных кривых оттисков, полученных при печати на мелованной бумаге, массой 130 и 240 г/м^2 .

Градиционные кривые оттиска, полученного на бумаге массой 130 г/м^2 , представлены на рис. 2, на бумаге массой 240 г/м^2 — на рис. 3.

В общем вид градиционных кривых оттисков совпадает, за исключением значения динамического диапазона, который при печати на мелованной бумаге массой 130 г/м^2 на $0,6$ единицы выше, что позволяет передавать более глубокие тени. В обоих случаях градиционные кривые, построенные по измеренным значениям оптической плотности, лежат выше допустимых. Таким образом, при печати на мелованной бумаге массой 130 г/м^2 и 240 г/м^2 наблюдается увеличенная подача краски.

Рассмотренные выше градиционные кривые печатного процесса построены на основании оттисков, полученных при печати на машине Планета-Вариант Р-46. Оттиск, полученный на мелованной бумаге с массой 150 г/м^2 , выполнен на печатной машине Heidelberg Speedmasret CM 74-4. График зависимости величины оптической плотности от процента заполнения элемента представлен на рис. 4.

Вид полученных градиционных кривых печатного процесса имеет общую закономерность. Что касается оттиска, полученного при печати на мелованной бумаге массой 150 г/м^2 , то наблюдается неудовлетворительная тонопередача

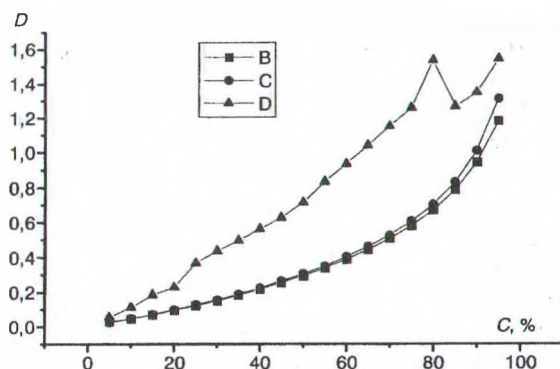


Рис 4. Градиционные кривые оттиска на мелованной бумаге массой 150 г/м^2 : В — идеальная; С — допустимая; D — измеренная

в тенях изображения. Замечен ярко выраженный скачок в значениях оптической плотности, начиная с 80% заполнения элемента. По величине динамического диапазона печать на бумаге данного типа занимает промежуточное положение и находится в пределах $1,6$. Расчет информационной емкости типографских оттисков для различных параметров печати представлен в табл. 1.

Таким образом, информационная емкость типографских оттисков различна в зависимости от параметров: для печати на газетной бумаге ее значение минимально, на мелованной бумаге — максимально. Полученные значения определяют информационность оригинала. При попытке фальсификации типографских оттисков вероятнее всего будут наблюдаться потери информации, которые можно определить по разнице в значениях информационной емкости оригинала и фальсифицированного оттиска.

Первым этапом фальсификации можно считать сканирование оригинала. Однако учитывая, что по параметру «информационная емкость» сканеры обладают наиболее обширными возможностями (максимальное значение информационной емкости составляет 5760×10^3 бит/дюйм²), что на 2 порядка выше возможностей офсетной печати, то будем считать, что на стадии ввода изображения потерь информации не происходит [3–4].

В табл. 2 представлены расчетные значения величины потерь при попытке фальсификации оригинала.

Таблица 1

Расчет информационной емкости типографских оттисков

Параметры печати	Линиатура L , l_{pi}	Разрешение R , d_{pi}	Информационная емкость I , бит/дюйм ²
Листовая печатная машина, мелованная бумага	150	300	52 243
Листовая печатная машина, офсетная бумага	150	270	46 891
Рулонная печатная машина, мелованная бумага	150	270	46 891
Рулонная печатная машина, офсетная бумага	133	210	31 920
Рулонная печатная машина, газетная бумага	85	100	9056
Флексографская печатная машина, мелованная бумага	133	240	36 963

Расчетные значения величины потерь информации при попытке фальсификации оригинала

Параметры печати	Информационная емкость подлинного оттиска, бит/дюйм ²	Величина потерь информации, бит/дюйм ²	
		Способ фальсификации: печать на лазерном принтере	Способ фальсификации: печать на ризографе
Листовая печатная машина, мелованная бумага	52 243	29 243	243
Листовая печатная машина, офсетная бумага; рулонная печатная машина, мелованная бумага	46 891	23 891	-5109
Рулонная печатная машина, офсетная бумага	31 920	8920	-20 080
Рулонная печатная машина, газетная бумага	9056	-13 944	-42 944

Расчет основывается на определении разницы в значениях информационной емкости типографских оттисков, полученных на различных печатных машинах и различных бумагах, и возможностей выводных устройств по данному параметру. Так, в табл. 2 показано, что офисный принтер в среднем позволяет получить 23 000 бит/дюйм² информации, величина информационной емкости при печати на ризографе достигает 52 000 бит/дюйм².

Анализируя величину потерь при попытке фальсификации типографских оттисков путем печати их на лазерном принтере, видим, что по параметру «информационная емкость» принтер уступает офсетной печати. Если же оригинал будет отпечатан на рулонной машине на мелованной бумаге, то при его фальсификации с помощью лазерных принтеров потерь информации наблюдаться не будет.

Что же касается печати на ризографе, то ситуация здесь обратная. Из расчетов получено, что потери информации будут наблюдаться только в случае печати оригинала на листовой машине на мелованной бумаге, однако нельзя

забывать, что расчетные значения основываются лишь на характеристиках выводных устройств. При построении же градиционных кривых видно, что отсутствие скачков и значительных потерь в тенях наблюдается лишь при офсетной печати.

Литература

1. Кулак М. И., Русова Ю. Ю. Оценка информационной емкости элементов защиты полиграфической продукции // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2005. — Вып. XIII. — С. 44–47.
2. Громько И. Г., Русова Ю. Ю. Качество и информационная емкость оттисков, полученных на лазерных принтерах // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2005. — Вып. XIII. — С. 59–63.
3. Айриг С., Айриг Э. Подготовка цифровых изображений для печати. — Мн.: ООО «Попурри», 1997. — 192 с.
4. Кузнецов Ю. В. Основы подготовки иллюстраций к печати. Растривание. — М.: Изд-во МГУП «Мир книги», 1998. — 174 с.