

Громыко И. Г., старший преподаватель; Русова Ю. Ю., студентка

## КАЧЕСТВО И ИНФОРМАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ОТТИСКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЛАЗЕРНЫХ ПРИНТЕРАХ

In this article there is an analysis of opportunities of gradational transfer of printers of various firms. The range of information capacity received with the use of printers is determined. The estimation of their quality is made and optimum parameters of a conclusion for reception of prints with desirable quantity of transferred tones and necessary parameters of quality are offered.

Объективная количественная оценка информационной емкости изображения, как указывается в работе [1], позволяет получить представление о степени защищенности оттисков, а также более объемно, по сравнению с традиционными методами, оценить их качество.

Информационная емкость оттисков, полученных с помощью лазерных принтеров, в соответствии с формулой

$$I = L^2 \log_2 \left[ \left( \frac{R}{L} \right)^2 + 1 \right], \quad (1)$$

зависит от разрешения и линиатуры, устанавливаемых на принтере при печати [1], где  $R$  — разрешение вывода;  $L$  — линиатура вывода.

Целью данной работы является определение диапазона информационной емкости оттисков, которые могут быть выведены на лазерных принтерах различных фирм-производителей.

Для сравнения характеристик тонопередачи выводных устройств (принтеров) прежде всего необходимо определить степень различия вида градационных кривых оттисков, эталонные элементы которых сформированы в программах, основанных на различных принципах их построения. Определение зависимости значений оптической плотности от процента заливки и величины градации эталонных элементов показало, что печать как из пакета растровой, так и векторной графики имеет сходную закономерность, которую можно проследить на рис. 1, 2.

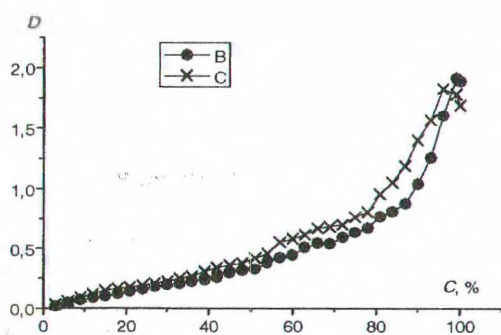


Рис. 1. Зависимость оптической плотности от процента заливки: В — в пакете PhotoShop; С — в пакете CorelDraw

Эта закономерность не случайна, поскольку между значением величины градации и процентом заливки существует определенное соотношение, которое было получено как путем вычисления, так и было доказано опытным путем. Расчет исходил из того, что последняя 256-я градация соответствует 100%-ной заливке эталонного элемента. Путем составления обычной пропорции получено, что 1% соответствует 2,56 градациям. Аналогичные соотношения получены в пакете векторной графики при сравнении зависимостей значений величин градации от процента заливки элемента.

Следует отметить, что в «тенях» изображения градационная передача ухудшается, что приводит к потере деталей и, следовательно, падению качества оттиска. Данная тенденция наблюдалась во всех рассматриваемых моделях принтеров.

Учитывая обозначенное подобие, определение градационной передачи и информационной емкости будем производить на основании оттисков, полученных при печати из пакета векторной графики.

Первым из предложенных моделей рассматривался принтер GCC EliteXL 608 v2.9.

Данное устройство позволяет изменять параметры вывода в широких пределах, рассмотрение полного диапазона которых нецелесообразно.

В настоящей работе применялись следующие настройки: разрешение 800 dpi, линиатура — 50, 100, 130, 150, 180 lpi.

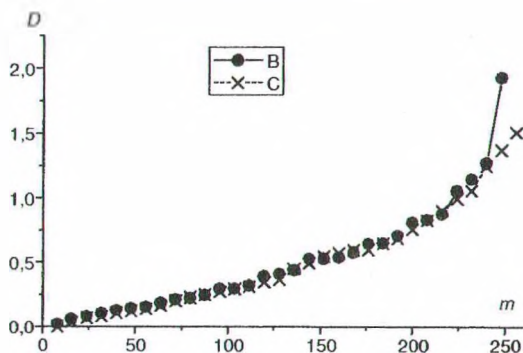


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от значения градации: В — в пакете PhotoShop; С — в пакете CorelDraw

### Основные параметры вывода для принтера GCC EliteXL 608

График	Линиатура $L, \text{ lpi}$	Кол-во градаций $m$	Информационная емкость $I$ , бит/дюйм <sup>2</sup>
B	50	256	20 014
C	100	65	60 224
D	130	39	89 242
E	150	30	109 798
F	180	21	141 758

При изменении линиатуры происходит не только изменение информационной емкости оттиска, что следует из формулы (1), но также и градационной передачи. С увеличением линиатуры происходит уменьшение количества передаваемых градаций, поскольку, если помещать дополнительные точки растра на каждый линейный дюйм, то в полутоновой ячейке уменьшается количество доступных пятен в каждой горизонтальной линии сетки. С ростом плотности растра пропорционально уменьшается число потенциальных серых оттенков, которые может воспроизводить каждая полутоновая ячейка [2].

Количество передаваемых градаций определяется по формуле

$$m = \left(\frac{R}{L}\right)^2 + 1, \quad (2)$$

где  $m$  — количество передаваемых градаций.

Таким образом, для получения максимальной тоновой передачи тестовые объекты прежде всего были выведены при линиатуре 50 lpi и разрешении 800 dpi. Однако подобные параметры приводят к незначительной величине информационной емкости (табл. 1), что ухудшает передачу деталей изображения.

Главной задачей является определение таких параметров вывода, которые сочетали бы в себе максимальную информационность и требуемое качество. Для ее решения были построены градационные кривые оттисков, полученных с различной линиатурой вывода, и определена их информационная емкость с использованием формулы (1).

Градационные кривые оттисков, полученных при печати с различными линиатурами вывода, представлены на рис. 3.

Из анализа рис. 3 видим, что градационные кривые оттисков, полученных при выводе с линиатурой 130, 150 lpi, фактически совпадают.

Таким образом, в дальнейшем при прогнозировании результата вывода можно руководствоваться приведенной особенностью с учетом,

что информационная емкость оттисков, полученных с линиатурой 150 lpi, будет выше, что, с одной стороны, позволит более детально передать сюжетно важные элементы изображения, но, с другой стороны, при данном соотношении произойдет незначительная потеря тонопередачи.

Градационная характеристика оттиска, полученного при линиатуре 180 lpi, имеет ступенчатый вид. Это еще раз подтверждает формула (1): с увеличением линиатуры количество передаваемых градаций уменьшается. Следовательно, при получении оттисков на лазерном принтере нецелесообразно использовать высокие значения линиатур вывода, т. к. передачи полутонов будет «рваной», что значительно ухудшит качество оттиска.

Параметры вывода и результаты расчета информационной емкости приведены в табл. 1.

Полученные числовые значения показывают, что увеличение информационной емкости пропорционально увеличению линиатуры вывода.

На рис. 4 представлена зависимость приведенных значений градаций и информационной емкости от линиатуры. Приведенные значения информационной емкости и линиатуры определялись следующим образом:  $m_0 = m / m_{\max}$ ,  $I_0 = I / I_{\max}$ .

Для уточнения исходных параметров вывода можно воспользоваться табл. 2.

Точка пересечения приведенных графиков отвечает оптимальным параметрам вывода оттисков, что соответствует значению информационной емкости равному 40000 бит/дюйм<sup>2</sup> и 70 передаваемым градациям при линиатуре 90 lpi.

Таблица 2

### Перевод номинальных значений параметров вывода к приведенным

Количество градаций		Значение информационной емкости	
номинальное	приведенное	номинальное	приведенное
256	1,0	20,014	0,14
65	0,25	60,224	0,42
39	0,15	89,242	0,63
30	0,12	109,798	0,77
21	0,08	141,758	1

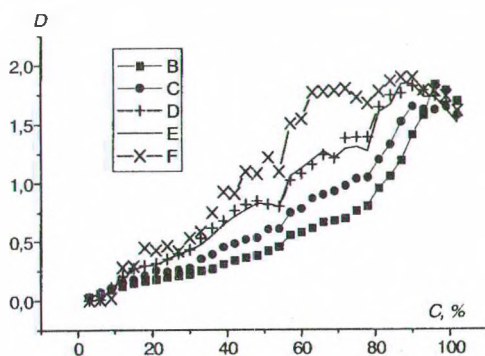


Рис. 3. Зависимость оптической плотности от процента заливки для различных линиатур вывода: B — 50 lpi; C — 100 lpi; D — 130 lpi; E — 150 lpi; F — 180 lpi

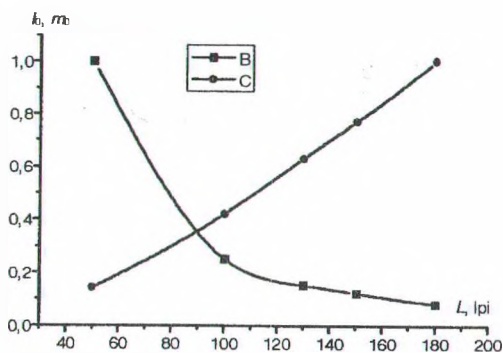


Рис. 4. Зависимость приведенных величин градаций и информационной емкости от линиатуры: В — количество градаций; С — информационная емкость

Устанавливаемая в принтере по умолчанию линиатура 85 lpi фактически близка к оптимальной.

По требуемой величине информационной емкости или количеству передаваемых градаций можно определить линиатуру, которая необходима для получения оттисков с заданными параметрами качества.

График зависимости количества градаций от линиатуры вывода (кривая В на рис. 4) показывает, что их уменьшение носит ступенчатый характер: постепенное увеличение линиатуры приводит к резкому падению количества передаваемых градаций, однако при значениях линиатуры больше 100 lpi падение не носит ярко выраженного характера и фактически колеблется в пределах 50 единиц.

Дальнейшее изучение возможностей тонопередачи выводных устройств производилось с использованием принтера Xerox Phaser 4400.

Градационные возможности данного принтера можно изучить, основываясь лишь на следующих параметрах вывода: разрешение — 600 и 1200 dpi, линиатура — 100 lpi. Используемая модель принтера технически не позволяет изменять значения линиатуры, поэтому сравнение градационной передачи рассматривавшегося ранее принтера GCC EliteXL 608 и Xerox Phaser 4400 в широком диапазоне выводных параметров невозможно. Однако оперируя такой характеристикой как информационная емкость ( $I$ ), можно прогнозировать качество получаемого оттиска при печати с того или иного принтера.

Зависимость оптической плотности от процента заливки для принтера Xerox Phaser 4400 приведена на рис. 5.

Экспериментально полученные зависимости демонстрируют фактически полное отсутствие разницы в значениях величин оптической плотности при разрешениях вывода 600 и 1200 dpi. Таким образом, изменение разрешений вывода не влияет на величину разрешений оптической плотности. Но при этом количество передаваемых тонов и информационная емкость

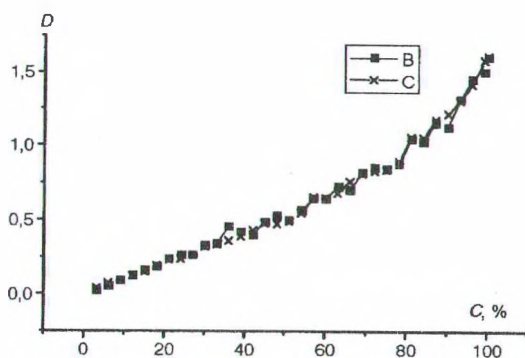


Рис. 5. Зависимость оптической плотности от процента заливки для принтера Xerox Phaser 4400: В — разрешение вывода 600 dpi; С — 1200 dpi.

оттисков согласно формулам (1) и (2) возрастают практически в 4 раза, что говорит о более тщательной проработке деталей изображения.

Параметры вывода и результаты основных расчетов представлены в табл. 3.

Таким образом, максимальная информационная емкость оттисков, получаемых на принтере данной модели, составляет 71 799 бит/дюйм<sup>2</sup>, что на 69 958 бит/дюйм<sup>2</sup> меньше возможностей принтера GCC EliteXL. Однако нельзя сказать, что тонопередача Xerox во многом уступает GCC EliteXL, поскольку за счет большего значения разрешения вывода количество передаваемых градаций увеличивается (см. формулу (2)), что, несомненно, является положительной характеристикой данного устройства.

Далее рассматривался принтер HP Laser Jet 1200 для выявления возможностей его тонопередачи. Построение градационных кривых основывалось на печати тестового объекта с предлагаемыми в настройках параметрами: разрешение — 1200 dpi, линиатура вывода — 140, 180 lpi.

Градационная зависимость для указанных параметров вывода представлена на рис. 6.

В области «светов» и «средних тонов» градационная кривая имеет плавный вид без ярко выраженных потерь, область «теней» характеризуется скачкообразной кривой, что свидетельствует о некоторых утратах элементов изображения. Для показанных параметров вывода, как и в предыдущих случаях, определяются основные характеристики полученных оттисков.

Результаты расчетов и параметры вывода представлены в табл. 4.

Таблица 3

**Основные параметры вывода для принтера Xerox Phaser 4400**

График	Разрешение R, dpi	Линиатура L, lpi	Кол-во градаций, m	Информационная емкость I, бит/дюйм <sup>2</sup>
В	600	100	37	52 095
С	1200	100	145	71 799

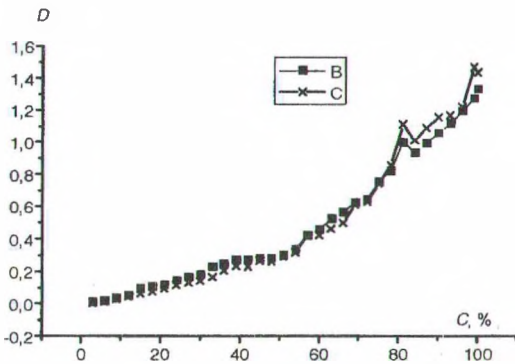


Рис. 6. Зависимость оптической плотности от процента заливки для принтера HP Laser Jet 1200: В — линиятура вывода 180 lpi; С — линиятура вывода 140 lpi

Анализ графиков позволяет сделать вывод, что вид градационных кривых при исследовании принтеров Xerox Phaser 4400 и HP Laser Jet 1200 имеет подобную зависимость, однако величина информационной емкости отрисовок у второго принтера в 2–3 раза выше за счет более широкого охвата линиятур вывода. Данное преимущество позволяет получать отрисовки с более доскональной проработкой деталей.

Последним в ряду рассматриваемых моделей выступил принтер Epson EPL-5200. В его настройках предлагаются следующие качественные режимы вывода: точный, грубый, диффузный, контрастный, без передачи полутонов. Рис. 7 отображает градационные кривые отрисовок со всеми обозначенными режимами вывода.

При грубой и контрастной передаче тонов градационные кривые имеют скачкообразный характер, что свидетельствует о потерях деталей изображения при использовании данного параметра.

Диффузная и точная передача имеют схожий характер зависимости и плавный вид градационных кривых вплоть до передачи «теней». Следует отметить, что только в режимах грубый и диффузный передача полутонов производится с постоянными линиятурой, равной 50 lpi и разрешением, равным 300 dpi. Информационная емкость отрисовок, полученных при указанных параметрах, составляет 13 023 бит/дюйм<sup>2</sup>.

Во всех рассмотренных выше случаях фактически речь шла об аппаратном разрешении.

Таблица 4

**Основные параметры вывода для принтера HP Laser Jet 1200**

График	Разрешение, R dpi	Линиятура L, lpi	Кол-во градаций, m	Информационная емкость I, бит/дюйм <sup>2</sup>
В	1200	140	74	121 884
С	1200	180	45	178 395

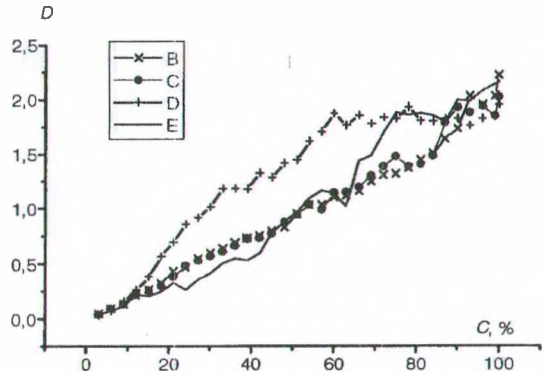


Рис. 7. Зависимость оптической плотности от процента заливки для принтера Epson EPL-5200: В — грубый; С — диффузный; D — точный; E — контрастный

Анализ отрисовок показал, что рассмотренные принтеры имеют одинаковое разрешение как по горизонтали, так и по вертикали, т. е. являются симметричными по характеристике разрешения.

Для передачи градаций эти принтеры используют амплитудно-модулированный растр [3]. При увеличении процента заливки линиятура остается постоянной, а увеличивается только размер растровой точки.

Однако исследования отрисовок показали, что принтер Epson EPL-5200 в режимах вывода точный и контрастный использует целую систему растров для передачи разных градаций. Фактически принтер в этих режимах переходит на асимметричное разрешение. Поскольку луч лазера в записывающей головке принтера может перемещаться не только по горизонтали, но и по вертикали, то появляется возможность сделать в одном из направлений алгоритмическое разрешение более высоким, чем аппаратное разрешение при симметричном растре.

В результате, как видно на рис. 7, в режимах точный и контрастный достигаются большие значения оптической плотности в тенях и передача градаций имеет более интенсивный характер.

Для данных режимов вывода значение информационной емкости при значении линиятуры 75 lpi и минимальном проценте заполнения элемента соответствует 22 992 бит/дюйм<sup>2</sup>.

На рис. 8 представлены зависимости оптической плотности от степени заливки тестовых элементов для рассматриваемых принтеров с учетом максимально возможной передачи оптической плотности. Самую низкую оптическую плотность во всем диапазоне заливок имеет принтер HP Laser Jet 1200. Далее в порядке возрастания идут Xerox Phaser 4400, GCC EliteXL 608, Epson EPL-5200.

Необходимо учитывать, что Xerox Phaser 4400 и GCC EliteXL 608 — это профессиональные PostScript-принтеры. Эти принтеры должны иметь

### Максимальные возможности принтеров по параметру «информационная емкость»

Марка принтера	Информационная емкость оттиска I, бит/дюйм <sup>2</sup>
HP Laser Jet 1200	178 395
GCC EliteXL 608	141 758
Xerox Phaser 4400	71 799
Epson EPL-5200	22 992

Таким образом, наибольшая информационная емкость оттисков может быть получена при использовании принтера HP Laser Jet за счет возможности вывода оттисков с разрешением 1200 dpi и линиатурой 180 lpi. Иными словами, данный принтер способен обеспечить достаточно полную проработку деталей изображения, однако, как видно на рис. 8, передача градаций будет происходить излишне «мягко».

#### Литература

- 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.
- Айриг С., Айриг Э. Подготовка цифровых изображений для печати. — Мн.: ООО «Попурри», 1997. — 192 с.
- Кузнецов Ю. В. Основы подготовки иллюстраций к печати. Растрирование. — М.: МГУП «Мир книги», 1998. — 174 с.

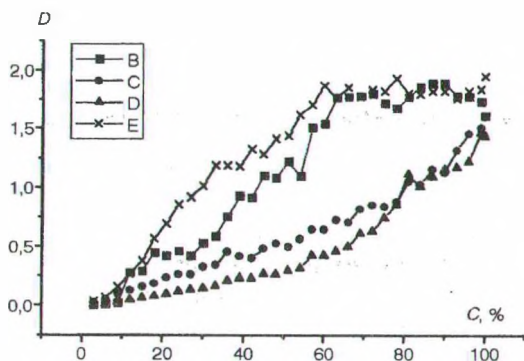


Рис. 8. Зависимость оптической плотности от процента заливки для принтеров: В — принтер GCC EliteXL 608; С — принтер Xerox Phaser 4400; D — HP Laser Jet 1200; E — принтер Epson EPL-5200

более лучшие характеристики «по определению». Вместе с тем использование специальных и довольно сложных асимметричных растров позволяет на офисном принтере Epson EPL-5200 получить несколько форсированную, но не уступающую PostScript-принтерам передачу градаций. Данный факт наглядно демонстрирует технологические и технические возможности рационально построенных систем управления принтеров и выводных устройств в целом.

Учитывая различия в диапазоне параметров вывода у принтеров, значения информационной емкости совпадать не будут. Табл. 5 является обобщающей, и в ней отражаются максимальные значения информационной емкости оттисков для каждого из рассматриваемых принтеров.