

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 655.26; 681.3

Сипайло С. В., кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ)

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ВЫВОДНЫХ УСТРОЙСТВ В ОПЕРАТИВНОЙ ПОЛИГРАФИИ

В статье рассмотрена методика программной линеаризации выводных устройств, применяемых в оперативной полиграфии. Раскрыты особенности ее практической реализации на основе универсальных математических и графических программ. Дана оценка различных способов нахождения передаточной функции для компенсации градационных искажений. Показаны преимущества способов, основанных на построении градационной характеристики выводного устройства.

In this paper the method of linearization of output devices used for operative printing industry is presented. Special traits of its practical realization using general purpose mathematical and graphical software are reported. Different techniques of transfer function calculation for gradation distortions compensation were evaluated. The advantages of the technique based on calculation of the output device gray-tone characteristic were illustrated.

Введение. В современных условиях качество полиграфической продукции играет немаловажную роль в конкурентной борьбе за заказчика и получении прибыли. Одной из наиболее сложных задач полиграфического репродуцирования является обеспечение градационной точности воспроизведения изображений.

Практически любое устройство вывода изображительной информации на материальный носитель воспроизводит полутона с некоторыми искажениями, т. е. имеет нелинейную градационную передачу. При полиграфическом репродуцировании градационные отклонения обусловлены геометрическими и оптическими искажениями микроштриховых элементов, образующих растровое изображение. В связи с нелинейностью репродукционного процесса в полиграфии возникает задача линеаризации выводного устройства, т. е. приведение кривой передачи полутонов к линейному виду.

При реализации этого процесса происходит дополнительное преобразование изображения посредством передаточной функции, называемой также компенсационной кривой. В результате преобразования исходные полутона заменяются значениями, которые учитывают погрешности выводного устройства и в сумме с градационными искажениями соответствуют номинальным характеристикам изображения. При необходимости осуществлять вывод на одном устройстве, но с различными значениями линиатуры растра для каждого случая следует использовать индивидуальную компенсационную кривую. Это обусловлено отличающимися размерами растровой ячейки и, как

следствие, различными искажениями относительной площади растровых точек с одним и тем же процентом заполнения.

Как правило, расчет компенсационной кривой осуществляется по результатам вывода ступенчатой растровой шкалы и измерений относительной площади растровой точки.

В зависимости от уровня сложности выводного устройства линеаризация может осуществляться различными способами. В случае таких устройств, как фотонаборные автоматы или рекордеры формных пластин, расчет компенсационных значений и их подстановка при выводе автоматизированы на уровне специального программного обеспечения (растрового процессора), управляющего процессом репродуцирования.

В оперативной полиграфии в качестве выводных устройств для изготовления фотоформ, печатных форм и репродуцируемых оригиналов-макетов находят применение настольные лазерные и светодиодные принтеры, работающие по электрофотографическому принципу. Программное обеспечение принтеров чаще всего не обладает средствами линеаризации, в то время как для устройств этого класса характерны существенные искажения при воспроизведении полутонов. В этом случае решение задачи корректной градационной передачи требует самостоятельного расчета компенсационной кривой с использованием компьютерных средств математики и последующего учета полученных значений при выводе на основе специальных возможностей прикладных программ обработки текстовой и изображительной информации.

Методика линейаризации лазерного принтера. В качестве средства описания и применения компенсационной кривой может использоваться элемент языка PostScript — Transfer Function (функция передачи) [1, с. 478—480]. Функция передачи позволяет осуществить дополнительные градационные преобразования перед растриванием и печатью PostScript-файла.

Возможность построить функцию передачи в табличном виде и сохранить ее на жестком диске предоставляет программа Adobe Photoshop. Доступ к окну «Функция передачи» (Transfer Function) обеспечивается через окно «Просмотр и печать» (Print with Preview) после нажатия на кнопку «Передача» (Transfer). Построенная кривая может использоваться при выводе растровых изображений непосредственно из программы Photoshop. Кроме того, Photoshop позволяет внедрить функцию передачи в состав EPS-файла при экспорте изображения в программу верстки, для чего должен быть активен параметр «Включить функцию передачи» (Include Transfer Function). При этом использование функции передачи ограничивается только пиксельной графикой и требует поддержки устройством вывода языка описания страниц PostScript.

Для применения функции передачи ко всем объектам выводимой полосы необходимо внедрить программный код функции передачи на языке PostScript в состав PPD-файла [2] выводного PostScript-устройства. PPD-файлы устройств вывода информации, установленных в 32-разрядной версии операционной системы Windows, как правило, находятся в системной папке C:\Windows\system32\spool\drivers\w32x86\3. Редактирование PPD-файла можно осуществлять в любом текстовом редакторе.

Чтобы распространить данный способ линейаризации на устройства, не поддерживающие язык PostScript, следует осуществить промежуточную стадию печати на виртуальном PostScript- или PDF-принтере, предварительно отредактировав соответствующий ему PPD-файл. В результате виртуальной печати будет создан PostScript- или PDF-файл с внедренной функцией передачи. Для корректного вывода этого файла на принтере, не поддерживающем язык PostScript, можно использовать свободно распространяемый программный интерпретатор PostScript- и PDF-файлов, например GhostScript. Преобразование изображения в соответствии с функцией передачи также можно осуществить средствами пакета Adobe Acrobat еще на стадии создания PDF-файла, задействовав опцию «Применить функцию передачи» (Apply Transfer Function). Однако PDF-файл с преобразованным изображением будет менее универсален с точки зрения вывода на различных ус-

ройствах по сравнению с файлом, содержащим внедренную функцию передачи, т. к. внедренную функцию при необходимости можно отключить.

Помимо возможности реализовать промежуточное градационное преобразование изображения с помощью функции передачи, для точной линейаризации не менее важен корректный расчет значений функции в узловых точках. Определение значений функции передачи на основании экспериментальных данных, полученных измерением относительной площади растровой точки на тестовой шкале, может производиться различными способами.

В руководстве к программе Photoshop фирмы Adobe [3] содержится рекомендация определять значение функции передачи как разницу между базовым значением относительной площади растровой точки и величиной искажения относительной площади при выводе. В геометрической трактовке это означает, что точка компенсационной кривой зеркально симметрична кривой градационной передачи принтера относительно горизонтали, располагающейся на уровне номинального значения (рис. 1). Например, при печати 50%-ного растрового элемента как 77%-ного увеличение относительной площади составляет 27%. Чтобы скомпенсировать это искажение, при выводе вместо 50% задается значение 23% ($50 - 27 = 23\%$). Такой способ расчета прост в реализации, однако имеет ограниченную точность, так как искажения растровой точки при номинальном и скорректированном значении относительной площади, как правило, не совпадают. Так, в рассматриваемом примере (рис. 1) прирост относительной площади 23%-ной растровой точки будет меньше 27%. Это означает, что относительная площадь точки в результате подстановки компенсационного значения не достигнет требуемых 50%, а составит при выводе лишь 40%. Таким образом, градационные искажения после линейаризации останутся на достаточно высоком уровне — 10%.

В связи с отмеченной неточностью способа предлагается альтернативный подход к определению значений функции передачи, который предусматривает построение градационной характеристики выводного устройства в виде графика или математической функции. Исходя из значения относительной площади растровой точки, которое требуется получить при выводе, по градационной характеристике можно определить соответствующее ему подстановочное значение функции передачи (рис. 1).

При графическом представлении градационной характеристики определение компенсационных значений производится путем ручных геометрических построений.

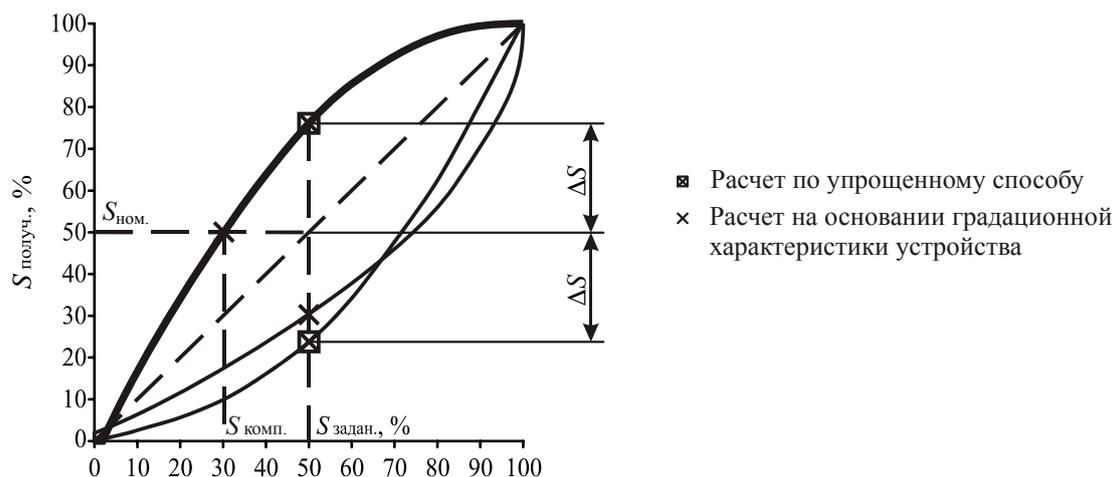


Рис. 1. Иллюстрация способов расчета функции передачи

Для того чтобы найти компенсационное (подстановочное) значение, от номинальной относительной площади растровой точки на оси ординат проводится горизонтальная линия до пересечения с графиком. Искомым значением функции передачи будет координата точки пересечения по оси абсцисс. Так, для примера, изображенного на рис. 1, функция передачи 50%-ной точки равна 30% (а не 23%, как в предыдущем случае при упрощенном способе расчета). Графический способ достаточно трудоемок и имеет ограниченную точность, поскольку опирается на ручные действия и приближенную визуальную оценку графика.

Наиболее точные результаты позволяет получить аппроксимация либо интерполяция экспериментальной зависимости с последующим расчетом точек компенсационной кривой. Помимо более высокой точности, достоинством этого варианта является возможность автоматизации расчетов на основе ЭВМ. Для получения математического описания функции передачи в качестве значений аргумента интерполируемой функции принимаются выходные значения относительной площади растровой точки, а в качестве значений функции — базовые значения площади. В таком случае функция передачи будет представлять собой кривую, зеркально симметричную кривой градационной передачи принтера относительно диагонали.

Реализация методики линейаризации лазерного принтера. Апробация предложенного способа расчета компенсационной кривой и линейаризации выводного устройства была произведена на базе черно-белого лазерного принтера Samsung ML-1615. Принтер является GDI-устройством с максимальным разрешением печати 600 dpi. В качестве тестового объекта выступала 12-польная ступенчатая растровая шкала, созданная в программе Adobe Photoshop. Для растровой шкалы, выведенной на принтере,

измерялись спектроденситометром X-Rite 508. Измеряемым параметром являлась относительная площадь растровой точки (dot area).

На основе измеренных значений относительной площади растровой точки была построена компенсационная кривая путем сплайн-интерполяции, реализованной в программе MathCAD. Использовался кубический сплайн, коэффициенты которого определялись с помощью функции lspline. Для сравнения также были вычислены значения функции передачи по упрощенному методу, состоящему в вычитании величины искажений из номинальных значений относительной площади точки.

По итогам расчетов, произведенных в MathCAD, средствами программы Photoshop была построена функция передачи и осуществлено ее преобразование в код PostScript. Для влияния полученной функции на градацию выводимого изображения был отредактирован PPD-файл виртуального принтера Adobe PDF, после чего выполнена виртуальная печать тестовой шкалы. В результате был получен PDF-файл с внедренной функцией передачи. Далее PDF-файл интерпретировался и отправлялся на вывод программой GhostScript.

Проведенная оценка результатов печати (рис. 2) подтвердила практическую применимость предложенного способа программной линейаризации. Из графика градационной передачи принтера после линейаризации видно, что интерполяция сплайнами позволяет рассчитать значения функции передачи с высокой точностью и обеспечивает передачу полутонов, близкую к линейной. В то же время использование простого способа расчета компенсационных значений, не требующего построения градационной характеристики принтера, приводит к заметным нарушениям тоновой передачи, причем искажения передачи полутонов изменяются нелинейно на протяжении всего тонового интервала

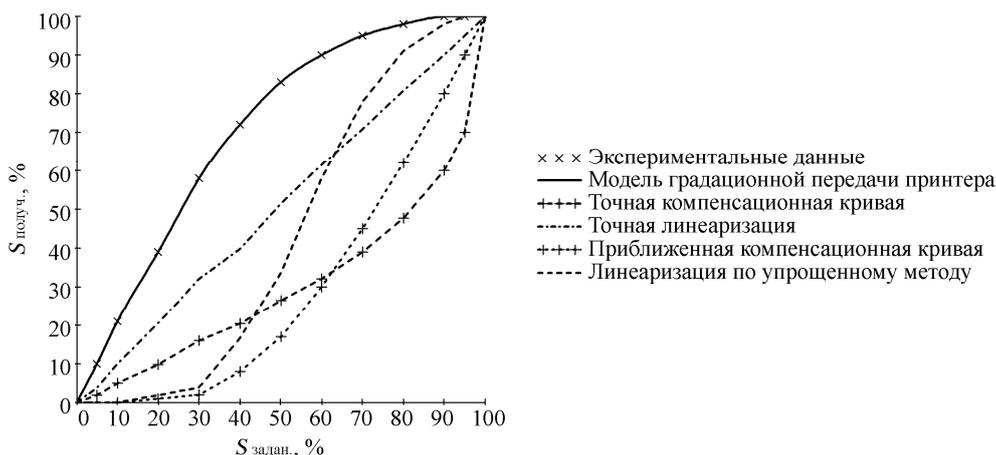


Рис. 2. Реализация методики линейаризации лазерного принтера

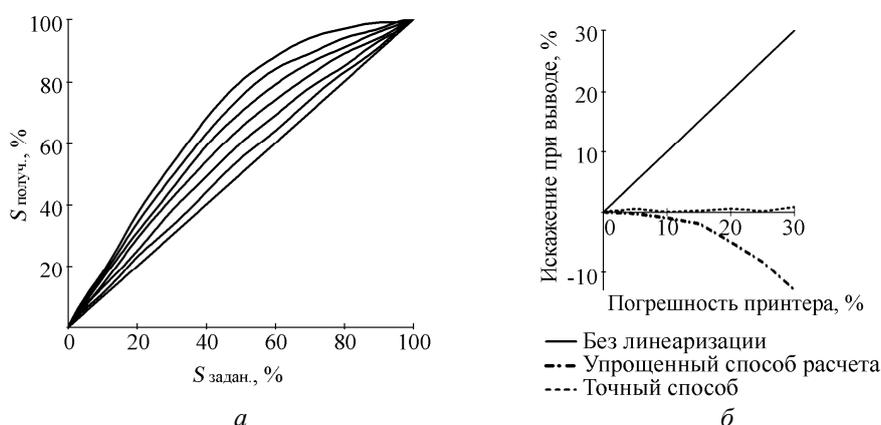


Рис. 3. Сравнительная оценка различных способов расчета функции передачи

Для более полной сравнительной оценки альтернативных способов расчета функции передачи в программе MathCAD было смоделировано семейство градационных кривых, отличающихся различной степенью искажения растровой точки (рис. 3, а). На основе имеющихся моделей градационной передачи был произведен расчет искажений относительной площади 50%-ной растровой точки при разных условиях: без линейаризации, при использовании упрощенного способа расчета функции передачи, при расчете функции передачи путем интерполяции. На рис. 3, б представлены графики, построенные по результатам расчетов.

По графикам видно, что с ростом погрешности выводного устройства величина ошибки упрощенного метода возрастает. При этом ошибка метода принимает существенные значения (больше 3%) при искажениях растровой точки, вносимых принтером, начиная с 15%. Однако при меньших искажениях выводного устройства погрешность способа оказывается в допустимых пределах. В то же время для интерполяционного способа расчета функции передачи величина ошибки находится в нулевой области независимо от искажений, обусловленных принтером.

Выводы. Результаты эксперимента и математического моделирования говорят об эффективности предложенного способа программной линейаризации выводных устройств, что позволяет применять его в работе малых типографий, а также при разработке специального программного обеспечения для устройств вывода изображений. К достоинствам способа можно отнести низкую погрешность и возможность самостоятельной реализации пользователем на основе существующих математических пакетов и программ обработки изобразительной информации.

Литература

1. PostScript Language Reference, Third Edition // Adobe [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://www.adobe.com/products/postscript/pdfs/PLRM.pdf>. — Дата доступа: 06.03.2011.
2. О PPD-файлах // Adobe [Электронный ресурс]. — 2008. — Режим доступа: http://help.adobe.com/ru_RU/InDesign/5.0/help.html?content=WSBDE1A677-3FD7-40ea-88D6-8B5D99E04C47.html. — Дата доступа: 06.03.2011.
3. Adobe Photoshop CS help [Электронный ресурс]: справочная система программы Photoshop CS. — Электрон. дан. (21,2 Мб). — Adobe Systems Inc, 2003.

Поступила 01.04.2011