



Зависимость количества цветовых градаций печати от разрешения выводного устройства

Евгений Кузнецов,
Evgeniy.Kuznetsov@ukrprint.com
<http://www.ukrprint.com>

Мне приходилось неоднократно встречаться с людьми, считающими, что чем выше разрешение линиатуры растра при печати графических изображений, тем выше выходное качество издания. В данной статье мне бы хотелось немного пролить свет на это, так как вопрос достаточно нетривиален, и требует обсуждения.

Для начала определимся с понятиями. В данной статье я буду использовать несколько терминов, понимание значения которых необходимо для корректного восприятия материалов статьи.

dpi - количество точек на дюйм - разрешение, определяющее количество микроточек конкретного выводного устройства (будь то принтер или фотонаборный автомат) на единицу длины (обычно - на дюйм). Фактически, этот параметр определяет размер минимальной точки, которую можно вывести на печать. Чем выше этот параметр, тем, соответственно, меньше может быть размер минимальной точки. Обычное значение этого параметра - от 600-800 до 2400-2540 и более dpi.

lpi - линиатура - количество растровых точек на дюйм - параметр, опереляющий плотность укладки линий растра на единицу длины (это также обычно линейный дюйм) в оригинале после прохождения им процесса растрирования. Это разрешение должно быть значительно меньше разрешения в dpi (почему - описано ниже в данной статье), и обычно составляет 100, 133, 150, 175 или 200 lpi. То есть, растровая точка обычно значительно крупнее минимальной точки, которую можно воспроизвести на данном устройстве.

Градация - оттенок одного и того же цвета. Например, термин "градация серого" может обозначать любой цвет от черного до белого, например, 50-процентный серый цвет.

Ну а теперь постараемся разобраться во всем подробно и обстоятельно.

Наверное, каждый из Вас видел и визуально для себя сравнивал изображения, отпечатанные на газетной бумаге, и изображения, отпечатанные в альбомах на высококачественной мелованной или глянцевой бумаге. Первое, что бросается в глаза при их просмотре (по крайней мере, то, что бросается в глаза мне :) - это использование в печати различных размеров растровых точек. При печати газетной продукции обычно используются низкие значения линиатур (менее 100, 100, или 133 линий на дюйм), а при изготовлении более качественных отпечатков - соответственно, более высокие значения (150, 175 и более). В зависимости от свойств бумаги, качества печатного станка и некоторых других факторов, существуют оптимальные параметры, которые разнятся от одной типографии к другой (в зависимости от использованного у них оборудования), но в общем случае, чем выше линиатура, тем большее количество деталей изображения можно передать в печати. Ниже на тестовом изображении показана имитация растрирования с использованием различных линиатур.

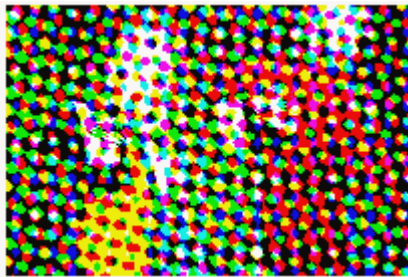


Рис. 1а. Пример растривания с использованием линиатуры 60 lpi

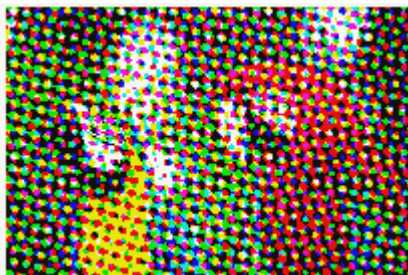


Рис. 1б. Пример растривания с использованием линиатуры 100 lpi

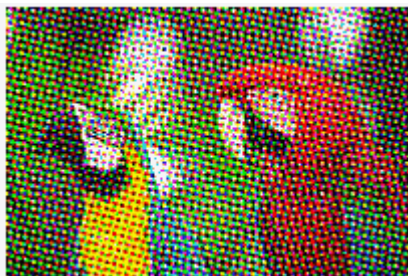


Рис. 1в. Пример растривания с использованием линиатуры 150 lpi

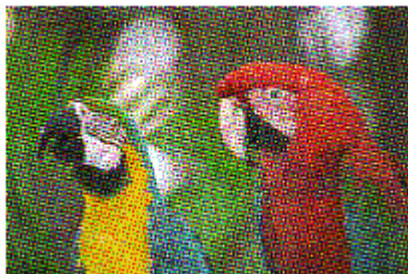


Рис. 1г. Пример растривания с использованием линиатуры 200 lpi

Однако печать более высокими линиатурами предъявляет ряд требований к бумаге, печатному станку, и даже к разрешению фотонаборного автомата, поэтому, большое значение линиатур - далеко не всегда благо. Обычно слишком высокая линиатура и соответственно, слишком мелкие растровые точки создают эффект более "контрастной" печати - светлые участки изображения становятся светлее (обычно - из-за проблем копировальных процессов), а темные - сливаются в плашки, где исчезают теневые детали. В результате изображение начинает страдать от недостатка оттенков. В рамках данной статьи рассматривается только влияние разрешения фотонаборного автомата на качество передачи растровых точек, а, следовательно, и оттенков изображения. То есть, рассматривается то, что определяется еще на последней стадии допечатной подготовки - на фотовыводе.

Разрешение фотонаборного автомата (или другого выводного устройства) - это параметр, определяющий максимально возможное количество микроточек, воспроизводимых на единицу длины. Обычно, чем выше это значение, тем лучше - соответственно, чем большее количество точек можно напечатать, тем более тонкие формы элементов можно воспроизвести. Под тонкостью формы в данном случае подразумевается правильность и сглаженность контуров растровой точки, и отображение их с минимальной дискретностью. Ниже на изображении показаны сильно увеличенные эллиптические растровые точки плотностью 30% с углом поворота растра 45 градусов (черная краска), взятые из

реального изображения, которое было растрованного с использованием линиатуры 150 линий на дюйм, с использованием различных (указанных на подписях к рисункам) разрешений фотонаборного автомата.

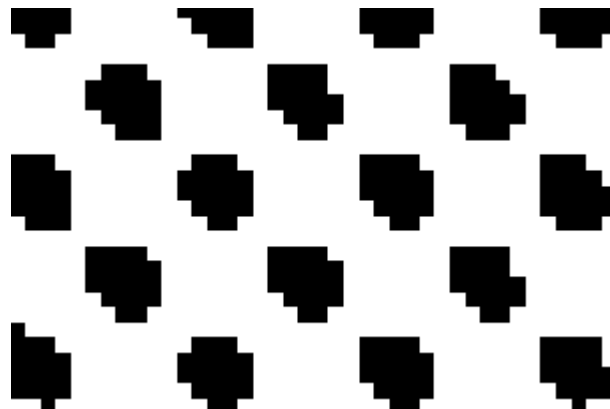


Рис. 2а. Форма растровой точки при разрешении 600 dpi

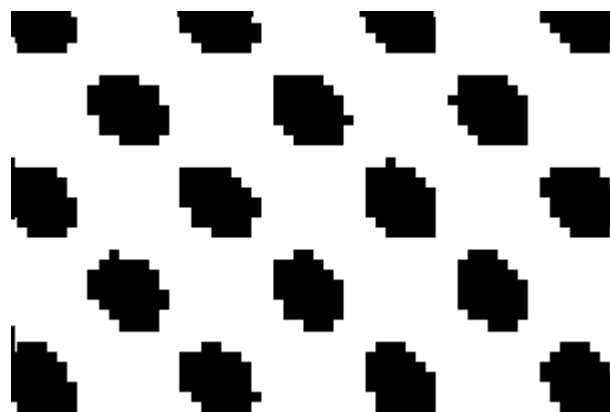


Рис. 2б. Форма растровой точки при разрешении 1200 dpi

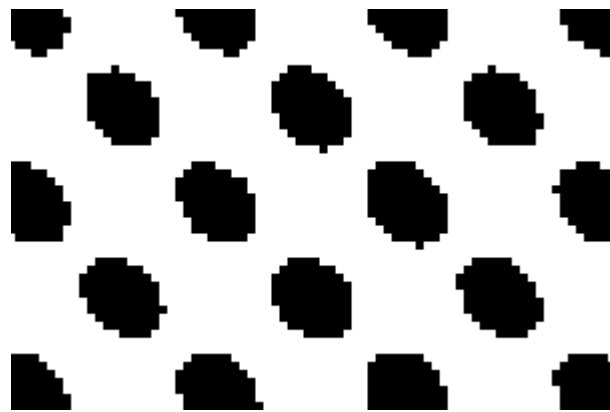


Рис. 2в. Форма растровой точки при разрешении 1800 dpi

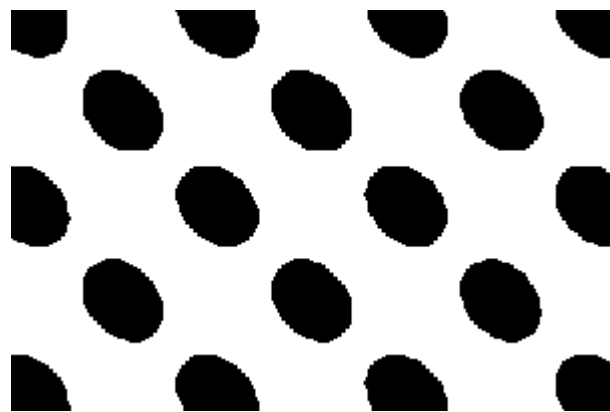


Рис. 2г. Форма растровой точки при разрешении 2400 dpi

Из рисунков видно, что форма и правильность очертаний отдельно взятой растровой точки всецело зависит от величины выходного разрешения фотонаборного автомата (или другого выводного устройства, того же принтера). Ну а чем качественнее воспроизведена растровая точка, чем большим числом элементов (микроточек) она построена, тем большее количество цветов, или градаций она способна передать, т.к. цвет в каком-либо месте отпечатка зависит, в основном, от размера растровой точки (ну и немного - от степени белизны бумаги и от наличия или отсутствия лака. Ну и конечно, еще и от условий печати). Математически же формула для подсчета числа градаций, возможных при заданных значениях линиатуры и разрешения в dpi, записывается следующим образом:

$$\text{Число градаций} = \left(\frac{\text{dpi}}{\text{lpi}} \right)^2 + 1$$

Формула предельно проста и понятна, а единичка добавляется к общему числу градаций, чтобы учесть цвет, в котором полностью отсутствуют растровые точки (т.е., цвет бумаги - обычно белый). Занявшись несложными подсчетами, мы можем определить, как разрешение фотонаборного автомата определяет выходное число градаций на выводе. Ниже приведена таблица для четырех различных разрешений фотонаборного автомата и выходных линиатур. При этом указано, какое максимальное количество градаций возможно получить при заданных условиях.

Выходная линиатура, lpi	Доступное число градаций, VOT (<i>Variables of Tone</i>)			
	1200	2400	3600	4800
60	400	1600	3600	6400
80	225	900	2000	3600
100	140	550	1200	2300
120	100	400	900	1600
133	80	320	730	1300
150	65	256	570	1025
175	48	180	420	750
200	37	145	325	577
225	29	110	256	450
250	24	93	205	360

При этом считается, что разрешение фотонабора (принтера) по обоим направлениям экспонирования пленки (печати) одинаково. В случае, если разрешения различны, высчитывается среднее квадратическое этих обоих разрешений, и подставляется в вышеуказанную формулу. Из таблицы видно, что при печати с использованием одного и того же разрешения в общем случае рост линиатуры приводит к значительным потерям в передаче цветовых оттенков, что можно наблюдать на практике, при печати с высокими линиатурами с *недостаточно высоким* разрешением.

Какое количество градаций можно считать достаточным? В большинстве растровых файлов используется глубина цвета для одного цветового канала, равная 8 битам на один пиксел изображения. Если каналов три, как в аддитивной модели RGB, то суммарная глубина цвета составит 24 бита на пиксел, а если используется четыре канала, как в субтрактивной модели CMYK, то глубина цвета всех их составит 32 бита. Таким образом, один пиксел в одном цветовом канале может иметь одно из 2-х в 8-й степени (256) состояний, определяющих его цвет. В идеале выводное устройство должно обеспечивать те же 256 уровней яркости, или, применительно к полиграфии, 256 различных состояний растровых точек (не более). Так, естественно, происходит не всегда, и все 256 градаций ни одно устройство, как правило, не воспроизводит. Но рабочие параметры разрешения вывода в dpi всегда должны быть указаны "с запасом", что обеспечит достаточный уровень качества и снизит влияние различных погрешностей на качество печати. Таким образом, оптимальное разрешение в dpi для печати 150 - ой линиатурой составляет 2400 dpi, разрешение для линиатур 175 и 200, а также 225 - 3600 dpi. Большие значения разрешения для получения еще большего числа градаций указывать не только бесполезно (так как вы не сможете визуальнo различить такое большое число оттенков, значение 256 - это уже "потолок" здравого смысла, а выше него начинается фанатизм), но и вредно, так как при этом сильно растет процессорное время, необходимое на печать и обработку принтерных данных, выводимых с таким высоким разрешением. В достаточно редких случаях для некоторых проектов можно использовать значения линиатур растра свыше 225 линий на дюйм, и использовать для этого разрешение 4800 dpi. Это значение разрешения обеспечит необходимое число градаций.

Не забывайте также, что печать высокими линиатурами чревата также большими проблемами с копировкой печатных форм, где слишком "тонкий" растр может быть просто "закопирован", т.е. светлые участки формы могут быть полностью обесцвечены; не забывайте также про темные участки, которые могут превратиться в плашки, если просвет между растровыми точками слишком мал. Не забывайте и про растискивание, от которого сильно страдают особенно высоколиниатурные работы.

Ниже даны примерные рекомендации по использованию различных линиатур при печати на различных материалах и соответствующие значения разрешения фотовыводного устройства.

Тип материала, на котором производится печать	Линиатура	Оптимальное разрешение
	<i>lpi</i>	<i>dpi</i>
Низкокачественная газетная бумага	80	до 1200
Газетная бумага	100	1600-2400
Газетная и офсетная бумага	133	2200-2540
Качественная офсетная, мелованная бумага	150	2540-2800
Мелованная бумага	175	2800-3200
Высококачественные сорта мелованной бумаги	200	3200-3600 и более