

## Лекция 18. Устройства печати

Классификация устройств печати. Конструкция и принцип действия: матричного, струйного, лазерного, сублимационного, трехмерного принтера. Языки описания страниц PostScript и PCL  
3D-принтер

# Назначение устройств печати

Устройства печати (принтеры) предназначены для вывода компьютерной информации на твердые носители (обычно – бумагу), пригодные для человеческого и/или машинного восприятия.

Первый принтер был спроектирован еще Чарльзом Бэббиджем для своего механического компьютера.

Для ПК используется ограниченное количество типов устройств печати, в то время как для специальных применений существует большое разнообразие технологий.

Плоттеры тоже могут быть отнесены к устройствам печати. Сегодня они используются все реже, данное название унаследовал широкоформатный принтер (чаще струйный).

В отличие от других устройств, принтеры могут подключаться не к ПК, а к локальной сети для организации совместного доступа.

# Способы задания цвета

Краска на бумаге сама не способна испускать свет. Каждый красящий пигмент поглощает световой поток лишь некоторой части спектра и отражает некоторую часть попавшего на него света. Красная краска поглощает весь свет, кроме красной области, синяя — все цвета, кроме синего и т.д.

Если белый цвет на мониторе является смесью всех основных цветов, то на бумаге белый - это отсутствие краски, а черный теоретически должен был бы формироваться из смеси всех красок.

*Колориметрический* - описать цвет как точку в некоторой системе координат (цветовом пространстве) ,,

*системой спецификаций* - каждой точке дать определенный цвет

# Колориметрический

## Интуитивные модели

- *Пространство HSL: Hue* (Цветовой тон), **Saturation** (Насыщенность) и **Lightness** (Яркость)

## Аддитивные модели

- *Цветовое пространство RGB*

## Субтрактивные модели

- **СМΥК: Cyan** (Голубой), **Magenta** (Пурпурный), **Yellow** (Желтый). Там, где мы имеем дело с цветом, возникающим за счет поглощения части спектра, то есть вычитания цветовых потоков, работают субтрактивные модели.

# СМУК

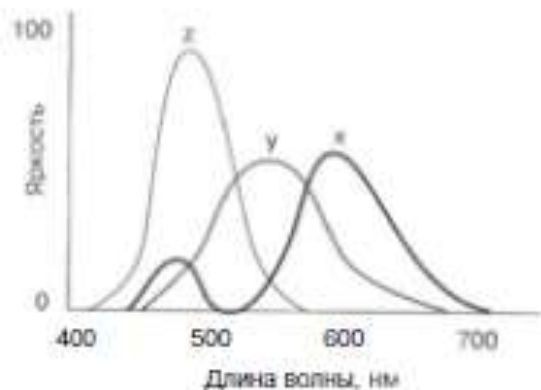
Белый цвет соответствует нулевому содержанию красок (белому листу бумаги), 100% всех красок одновременно должны были бы давать черный. Но, увы, в отличие от излучающих элементов монитора, «взаимоотношения» компонентов модели СМУК, или как их называют - триадных красок, имеют весьма причудливый характер, поскольку составляющие их пигменты имеют разную прозрачность и, кроме того, несут некоторые примеси. Например, голубая краска как бы «слабее» остальных (для получения равной интенсивности требуется нанести ее процентов на 30 больше), а желтая краска значительно менее прозрачна, чем другие. В результате смесь 100-100-100 представляет собой не черный, а темно-коричневый цвет весьма неприятного, грязноватого оттенка. Поэтому черная краска добавляется как отдельный цвет. Есть и еще одна причина: в отсутствие отдельной черной краски пришлось бы печатать текст и контуры тремя красками.



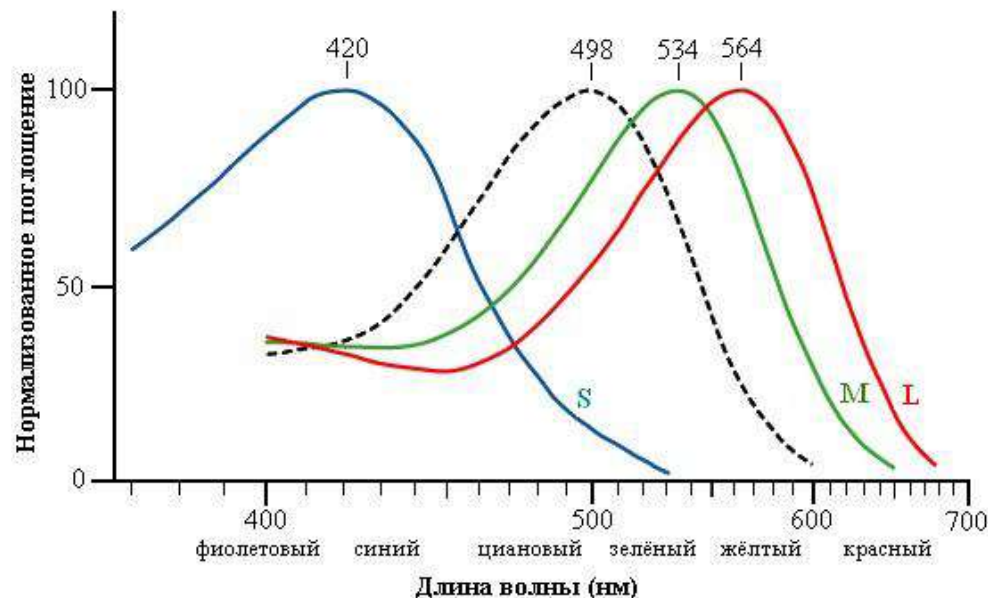
В современной полиграфии используются краски, определяемые взаимозависимыми цветами. Например, если взять фиолетовую краску, то она будет «убивать» зеленый цвет (расположенный напротив на цветовом круге), то есть чем больше фиолетовой краски, тем меньше в картинке зеленого, при этом на другие цвета она почти не влияет. Аналогично синим цветом при субтрактивном описании управляет желтый пигмент, а красным - голубой.

# Перцепционные модели

Еще один класс цветовых моделей - это модели перцепционные, то есть как бы имитирующие восприятие цвета - пространство XYZ.



кривые X, Y, Z



Длины волн, соответствующие пикам на кривой, не совпадают с длинами волн основных цветов RGB. Более того, таких чистых цветов попросту не существует в природе, поэтому кривые (и соответствующие им величины) и имеют условные названия X, Y, Z. Однако именно эти условные величины позволяют полностью описать все воспринимаемые человеком цвета спектра.

Нормированный вариант:  $xY$ . «Y» — это всего лишь ось яркости, уже знакомая нам по пространству HSL,  $x = X/(X+Y+Z)$ ,  $y = Y/(X+Y+Z)$ .

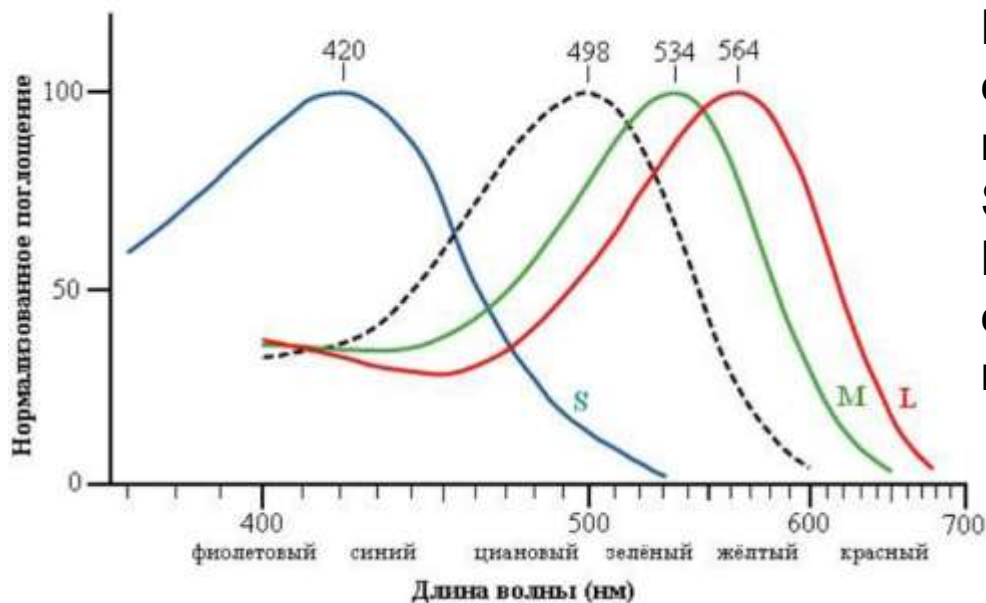
Различают три вида колбочек по чувствительности к разным длинам волн света (цветам) (табл. 1.1, рис. 1.4).

Колбочки S-типа (*Short* – коротковолновый спектр) чувствительны в фиолетово-синей,

M-типа (*Medium* – средневолновый) – в зелено-желтой

L-типа (*Long* – длинноволновый) – в желто-красной областях спектра.

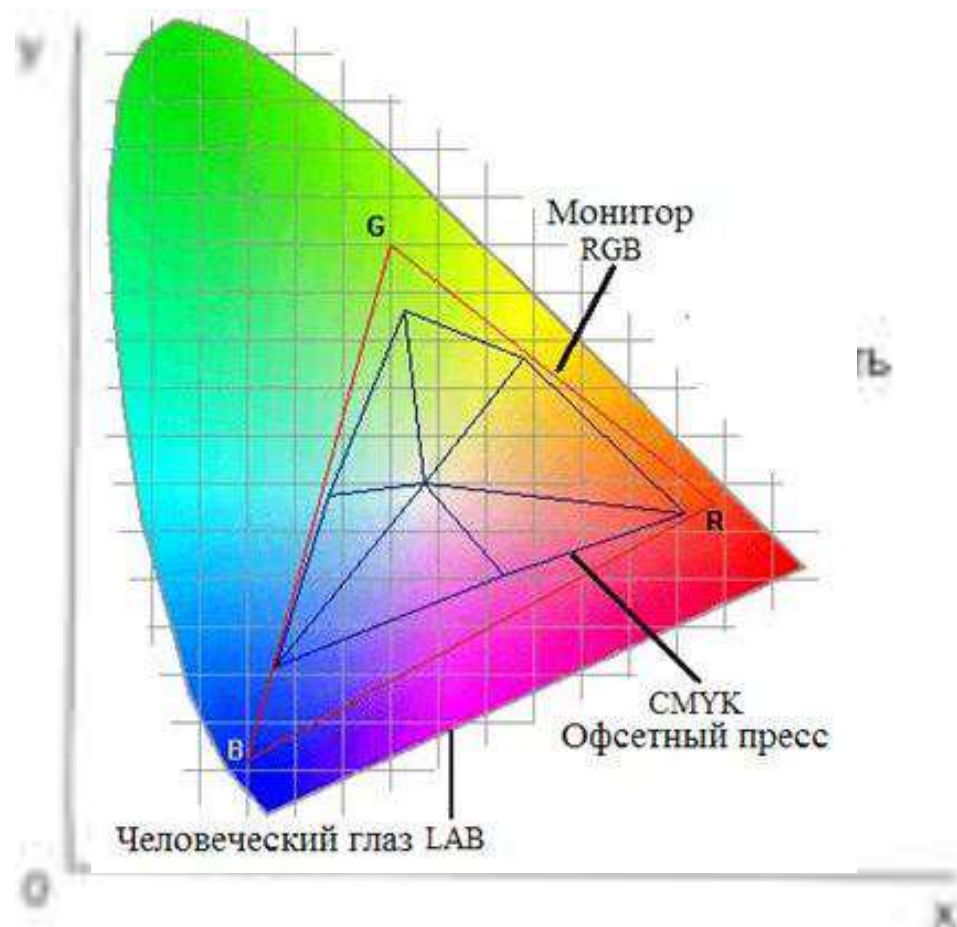
Наличие трех видов колбочек и палочек позволяет человеку различать цвета.



Графики  
светочувствительности  
колбочек человеческого глаза  
S, M,  
L-типов (пунктиром показана  
сумеречная, черно-белая  
восприимчивость палочек)



Именно в координатах  $x, y$  обычно изображают сглаженный треугольник полного цветового охвата человеческого глаза со вписанными в него фигурами, описывающими цветовой охват различных устройств.



# модель Lab

У модели  $xY$  был существенный недостаток - неравномерность с точки зрения человеческого восприятия. Дело в том, что разрешающая способность человеческого глаза сильно зависит от участка спектра. Неравномерность составляет 80:1. Так, различение оттенков зеленого цвета существенно ниже, чем красного или желтого. Поэтому если сравнить на плоскости  $xY$  две точки, находящиеся на некотором расстоянии друг от друга в зеленой области, и две точки, находящиеся на таком же расстоянии в оранжевой области, то в первом случае оттенки их окажутся практически неразличимы для человека, во втором - разница будет ощутимой. Чтобы победить этот недостаток, исходные экспериментально полученные величины в модели XYZ были определенным образом преобразованы. Изменения носят достаточно эмпирический характер, они не вытекают из каких-либо фундаментальных законов природы, а просто подобраны. Полностью избежать неравномерности не удалось, но получилось уменьшить ее до 6:1.

Эти преобразования привели к появлению модели Lab (L - яркость (lightness), а и b - цветовые каналы):

$$a = 500 \left( \sqrt[3]{X/X_n} - \sqrt[3]{Y/Y_n} \right)$$

$$b = 200 \left( \sqrt[3]{Y/Y_n} - \sqrt[3]{Z/Z_n} \right),$$

где  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  — координаты цвета, выбранного в качестве белого.

# Оппонентная теория цвета

- Параллельно с трехкомпонентной разрабатывалась оппонентная теория цвета Эвальда Геринга [17], которую развили Дэвид Хьюбел и Торстен Визел и получили в 1981 г. Нобелевскую премию. Они предположили, что в мозг поступает информация не о красном (R), зеленом (G) и синем (B) цветах (как в теории цвета Гельмгольца), а о разнице яркости белого ( $I_{\max}$ ) и черного ( $I_{\min}$ ) цветов, зеленого и красного ( $G - R$ ), синего и желтого ( $B - Y$ ). Например, желтый цвет ( $Y = R + G$ ) – это сумма красного и зеленого цветов.


Параметры цвета в этой модели описываются тремя коэффициентами

$$K_{\text{grey}} = I_{\max} - I_{\min};$$

$$K_{\text{gr}} = G - R;$$

$$K_{\text{brg}} = B - R - G,$$

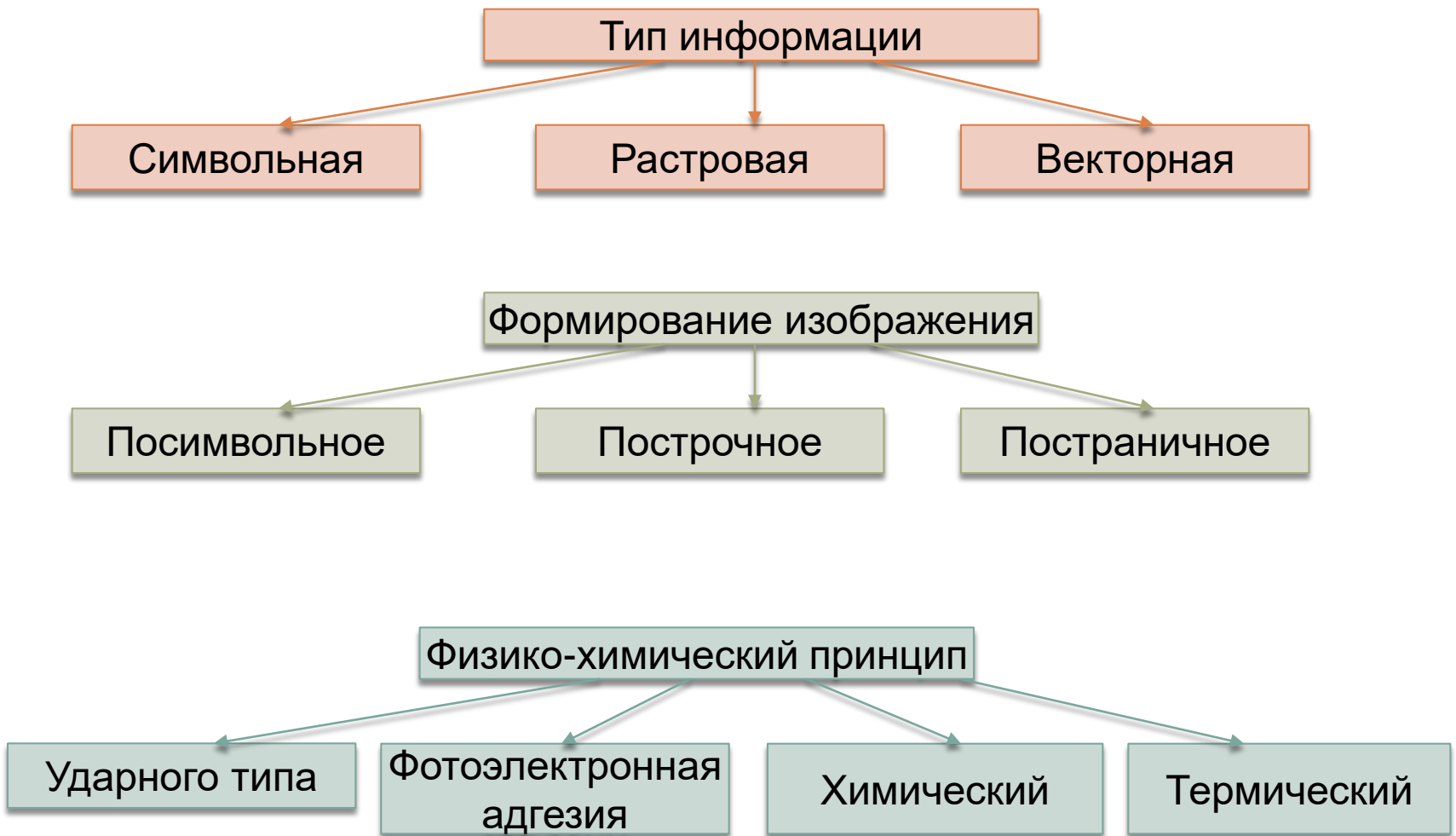
где  $K_{\text{grey}}$ ,  $K_{\text{gr}}$ ,  $K_{\text{brg}}$  – коэффициенты для любого типа освещения. Оппо



Оппонентная теория в целом лучше объясняет тот факт, что люди воспринимают цвет предметов одинаково при разных источниках освещения, в том числе при различном цвете источников света в одной сцене (это свойство цветовой адаптации).

- Две теории не совсем согласованы друг с другом. Однако большинство ученых предполагает, что на уровне сетчатки действует трехстимульная теория (ее основной представитель – модель RGB), затем информация обрабатывается и в мозг поступают данные, уже согласующиеся с оппонентной теорией.

# Классификация принтеров



## Основные классы принтеров для ПК

1. Матричные: ударный тип, посимвольная печать, символьная и растровая информация.
2. Струйные: пигмент (чернила), построчная печать, растровая информация.
3. Лазерные: фотоэлектронная печать, постраничная, растровая или (при наличии растеризатора) векторная информация
4. Светодиодные (LED): по конструкции и принципу действия схожи с лазерными
5. Термические принтеры: обычно являются частью факс-аппаратов или устройств печати бланков, чеков и т.п.
6. Термосублимационная и сублимационная печать применяются в области полиграфии. Существуют настольные модели для фотопечати, но они имеют высокую стоимость и малый размер отпечатка.

# Характеристики принтеров

Три базовые характеристики принтеров:

- Комплексная **характеристика качества печати** (ч/б, цвет, фото).
- **Скорость печати**: выдача первой страницы, выдача последующих страниц (с указанием режима – черновой, высокое качество).
- **Стоимость отпечатка** (с указанием цветности, режима качества, формата и процента заполнения).

Качество печати – это не только разрешение, количество полутонов, чистота градиентов, точность цветопередачи, но и стойкость отпечатка (к свету, влаге, отпечаткам пальцев), поддержка бумаги различных типов и плотностей.

Скорость зависит от интерфейса, скорости обработки и подготовки информации и скорости вывода на бумагу.

Стоимость отпечатка – стоимость принтера, подходящей бумаги, расходных материалов, износ компонентов и расходных материалов, сложность ремонта и пр. факторы.



# Разрешение

Термин разрешение (resolution) используется для описания контрастности и качества напечатанного образца. Разрешение принтера обычно измеряют в точках на дюйм (dots per inch - dpi)

Различие между разрешениями принтера и монитора. Под термином разрешение в мониторах ПК понимают число пикселей, например 640x480 или 800x600. Если преобразовать это разрешение в "принтерный" стандарт, то получится 50-80 dpi. Измеряя реальный размер изображения (длина и ширина) на экране монитора и сравнивая его с количеством пикселей, вы можете вычислить разрешение монитора в точках на дюйм.

Улучшить качество изображения можно путем изменения размера точки, не увеличивая при этом разрешения.

Существует еще один способ увеличить разрешение изображения, называемый интерполяцией (interpolation). Разрешение принтера определяется не только размером печатаемой точки; большее разрешение - это гораздо больший объем данных, которые должен обработать принтер. Принтер с разрешением 600 dpi оперирует 360 тыс. точек на квадратный дюйм, а с разрешением 300 dpi - 90 тыс. точек на квадратный дюйм.

# Страничный принтер

Лазерные и струйные принтеры называют страничными, поскольку они формируют образ целой страницы в памяти перед перемещением его на бумагу. Это основное отличие лазерных и струйных принтеров от матричных, которые являются символьными.

Для "общения" компьютера со страничным принтером применяется специализированный язык описания страницы (page description language - PDL). Это средство кодирования каждой части печатаемого документа в поток данных, который может быть передан на принтер.

После получения принтером кодов языка описания страницы встроенное программное обеспечение принтера преобразует код в шаблон точек, которые переносятся на бумагу.

В настоящее время существует два языка описания страниц, ставших фактическим стандартом в компьютерной индустрии, - **PCL** и **PostScript**.

# Строчный принтер

- У строчного принтера головка отсутствует, но имеется печатающая планка, которая по всей длине снабжена иглками. Таким образом, при печати изображения матрица, соответствующая строке, полностью переносится на бумагу.

Так как головка принтера не должна двигаться слева направо или справа налево, а строка печатается целиком за один раз, то это конечно же дает существенное преимущество в скорости печати.

Такие принтеры выпускаются фирмами Genicom и Dataproducts. Скорость печати достигает 1500 строк в минуту (примерно 20 страниц формата A4 в минуту).

## **Скорость печати**

Единицей измерения скорости печати обычно является число знаков, которое принтер переносит на бумагу за одну секунду, - cps (characters per second).

Игольчатые принтеры по сравнению с безударными (non-impact) принтерами, имеют одно существенное преимущество, поскольку могут печатать одновременно несколько копий документа.

- **Шум**

# Цветной игольчатый принтер

Только сравнительно небольшое число игольчатых принтеров обладает возможностью цветной печати. Это можно объяснить тем, что к моменту появления на рынке первых моделей 24-игольчатых принтеров, способных печатать цветные изображения, цена на цветные струйные принтеры уже существенно снизилась. А качество печати 24-игольчатого принтера с помощью многоцветной красящей ленты не идет ни в какое сравнение с качеством печати на струйном принтере.

Использование языков описания страниц позволяет разгрузить интерфейс и процессор хоста, переложив задачу растеризации на принтер.

Принтеры, реализующие аппаратную поддержку языков PS и PCL, обычно оснащаются микроконтроллерами или микропроцессорами, имеют солидный объем памяти, иногда – жесткий диск (для хранения подготовленных страниц).

Задача принтера – интерпретация языка, выполнение растеризации, буферизация готовых к печати страниц.

- **Рендеринг**

На этом этапе математическая (векторная) пространственная модель превращается в плоскую (растровую) картинку.

# Эмуляция или язык описания страниц


**Эмуляция** - имитация работы одной системы средствами другой, без потери функциональных возможностей и искажений результатов, другими словами это программный продукт, позволяющий понимать печатному устройству компьютер.

- PostScript, PCL, GDI

Это языки, на которых описывается содержимое страницы (где какая буква, геометрическая фигура, фотография, какого они цвета и т.д.) - специфические языки программирования для управления принтером или другим устройством для создания изображений.

Разница только в наборе команд, которые в эти языки входят.

- Другие эмуляции – BR-Script, IBM Proprinter XL, Epson FX850 и др.



создание языков описания страниц связано с лазерными (электрофотографическими) принтерами. Именно они позволили выводить на печать текстовую информацию в сочетании с рисунками, для чего и потребовался стандартный формат описания изображений при передаче данных из драйвера в принтер. Многие компании создавали собственные языки описания страниц для своих моделей принтеров. Можно вспомнить IBM ProPrinter, CaPSL (Canon Printing System Language), язык RENO в принтерах Agfa, а немецкой компании Mannesmann Tally даже удалось утвердить спецификацию ANSI 3.64 на основе собственного языка MTPL (Mannesmann Tally Printer Language). К настоящему времени все эти языки описаний благополучно забыты, за единственным исключением — языка ESC/P2 (Epson Standard Code for Printers, Level 2) для текстового режима в принтерах Epson, но сохранились и благополучно развиваются языки PCL (Printer Control Language, язык управления принтером) компании Hewlett-Packard и PostScript компании Adobe Systems Inc, которые стали промышленными стандартами для пересылки данных в принтеры.

# Язык PostScript

Создан основателями Adobe для лазерных принтеров, разработанных Apple, для описания векторной и растровой графики в стиле объектно-ориентированных языков программирования. Поддерживаются:

- графические примитивы,
- масштабируемые шрифты,
- кривые Безье и другие элементы для поддержки векторной графики

На принтер отправляется не изображение, а геометрические объекты. Для того чтобы напечатать текст определенным шрифтом, драйвер принтера должен указать последнему контур шрифта и его размер. Контур шрифта служит шаблоном для создания символов любого размера. Принтер генерирует изображение символа из его контура, а не загружает из памяти. Этот тип изображения, который генерируется индивидуально для каждой страницы, называется векторной графикой, в отличие от растровой графики, которая отправляется на принтер в виде готового набора точек.



# Язык PCL

Язык PCL (Printer Command Language) разработан HP. Этот язык более объектно-ориентированный, имеет широкие средства управления шрифтами и объектами, близок к API программирования интерфейса Windows (GUI).


Поток данных языка PCL содержит 4 типа команд управления принтером:

- *Управляющие коды.* Стандартные коды ASCII, которые представляют собой функцию (например, возврат каретки (CR) , а не символы.
- *Команды PCL.* Составляют значительную часть управляющего кода PCL-файла и включают специфичные для каждого принтера эквиваленты параметров документа (например, форматирование страницы, шрифт).
- *Команды HP-GL/2 (Hewlett-Packard Graphics Language — язык графики Hewlett-Packard).* Служат для печати векторной графики составного документа.
- *Команды PJI (Printer Job Language — язык выполнения печати).* Позволяют принтеру “общаться” с компьютером по двунаправленной линии для обмена информацией о состоянии, процессе печати и других параметрах.

# Язык GDI

GDI - Graphic Device Interface – это библиотека определенных функций ОС Windows для осуществления вывода информации на графические периферийные устройства, такие как дисплеи или принтеры (GDI- принтер работает **только с операционной системой Windows** и использует ресурсы компьютера для обработки данных.

В отличие от принтеров с мощным встроенным процессором, контроллер GDI-принтера всего лишь выводит информацию в буферную память принтера. Принимаемая программой печати информация представляет собой описание страницы, воспроизводящее уже подготовленные к печати графические примитивы - линии, текст и пр., для обработки которых и вызываются функции GDI.



Разница только в наборе команд, которые в эти языки входят. Например, в Windows GDI - нет возможности описать цвет объекта в CMYK или Lab, а в PostScript это можно сделать (на счет PCL не уверен). В PostScript можно ставить условные операторы, циклы, ссылки на внешние программы (т.е изображения) и еще много чего. PCL таких возможностей лишен. PostScript является стандартом для Mac, и в основном используется профессионалами при высококачественной печати.

- PostScript (KPDFL)

PCL используются стандартные шрифты TTF (True Type Font) системы Windows, в то время как в PostScript применяются одноименные собственные шрифты, которые, как минимум, должны как-то попасть в операционную систему.

Однако основное отличие состоит в концепции языков описания страниц. Если PCL предназначен для управления работой принтера, т.е. определяет поток команд управления, то PostScript служит для аппаратно-независимого описания страницы. Проще говоря, для создания графического изображения принтер должен некоторым образом интерпретировать описания на языке PostScript (как известно, любая интерпретация вносит некоторую погрешность). Однако для вывода документа на языке PCL принтеру вполне достаточно выполнить понятные и знакомые команды этого языка.

# Матричные (игольчатые) принтеры

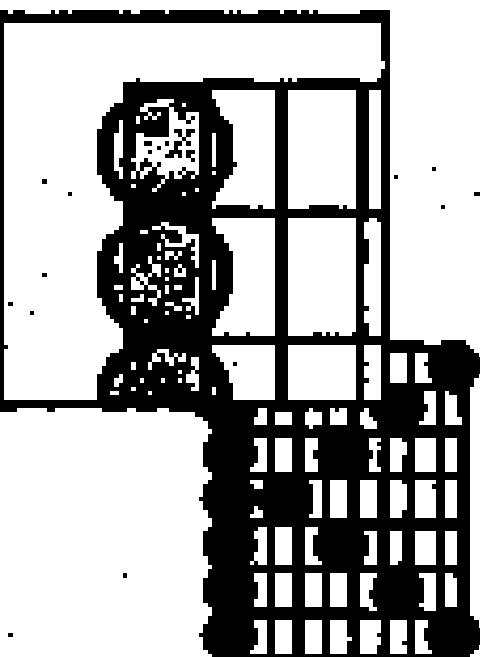
Самая старая, простая, надежная и предельно дешевая технология печати. Относится к печати ударного типа, когда отпечаток получается благодаря прижиму к бумаге носителя с красящим веществом.

Печатающая головка представляет собой набор управляемых иглоков, которые расположены вертикально (9 игл) или в два ряда со смещением (24 иглы).

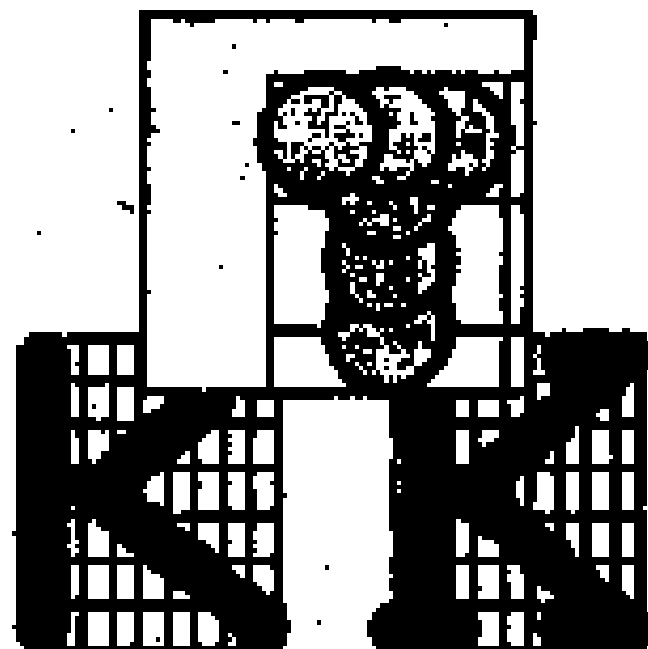
Бумага перемещается поступательно в одном направлении, головка – в перпендикулярном. Печать происходит посимвольно (растеризацию производит принтер), возможна поддержка раstra.

Перемещением игр управляют пьезоэлементы. Символьные Строчные

Драйвер направлял в такие устройства коды символов, а принтер печатал их с помощью единственного Кроме кодов алфавитно-цифровых символов, драйвер передавал в принтер простейшие команды форматирования: перевод строки, возврат каретки, перевод формата и т.д. встроенного шрифта. В плоттерах использовался графический язык для построения векторный изображений, который состоял из команд поднять/опустить перо, переместить перо в точку с указанными координатами или нарисовать простейшую геометрическую фигуру.

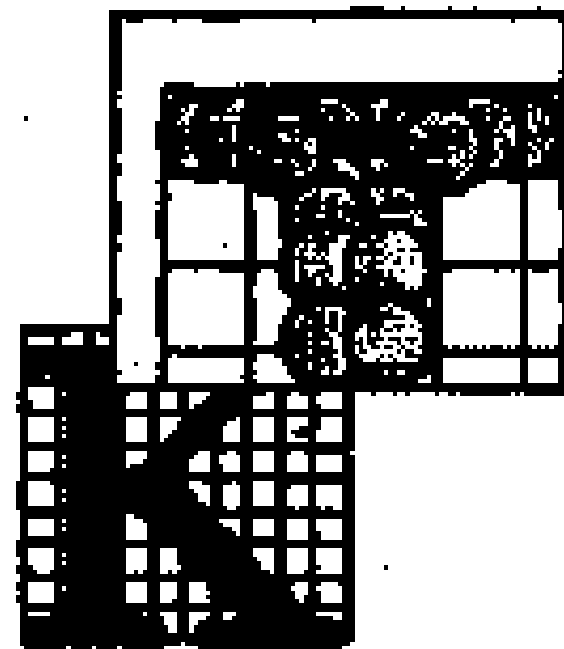


9 точек  
9 x 9 точек



18 точек  
9 x 18 точек

18 точек  
18 x 18 точек,  
простое  
покрытие



24 точки  
24 x 37 точек,  
двойное  
покрытие

# Струйные (электрокаплеструйные) принтеры

Печать производится с помощью капель красителя (на основе различных пигментов и растворителей), которые поступают за счет капиллярного эффекта.

Два базовых принципа дозированного выбрасывания капель:

- Пьезоэлектрический.
- Термоструйный (метод газовых пузырьков).

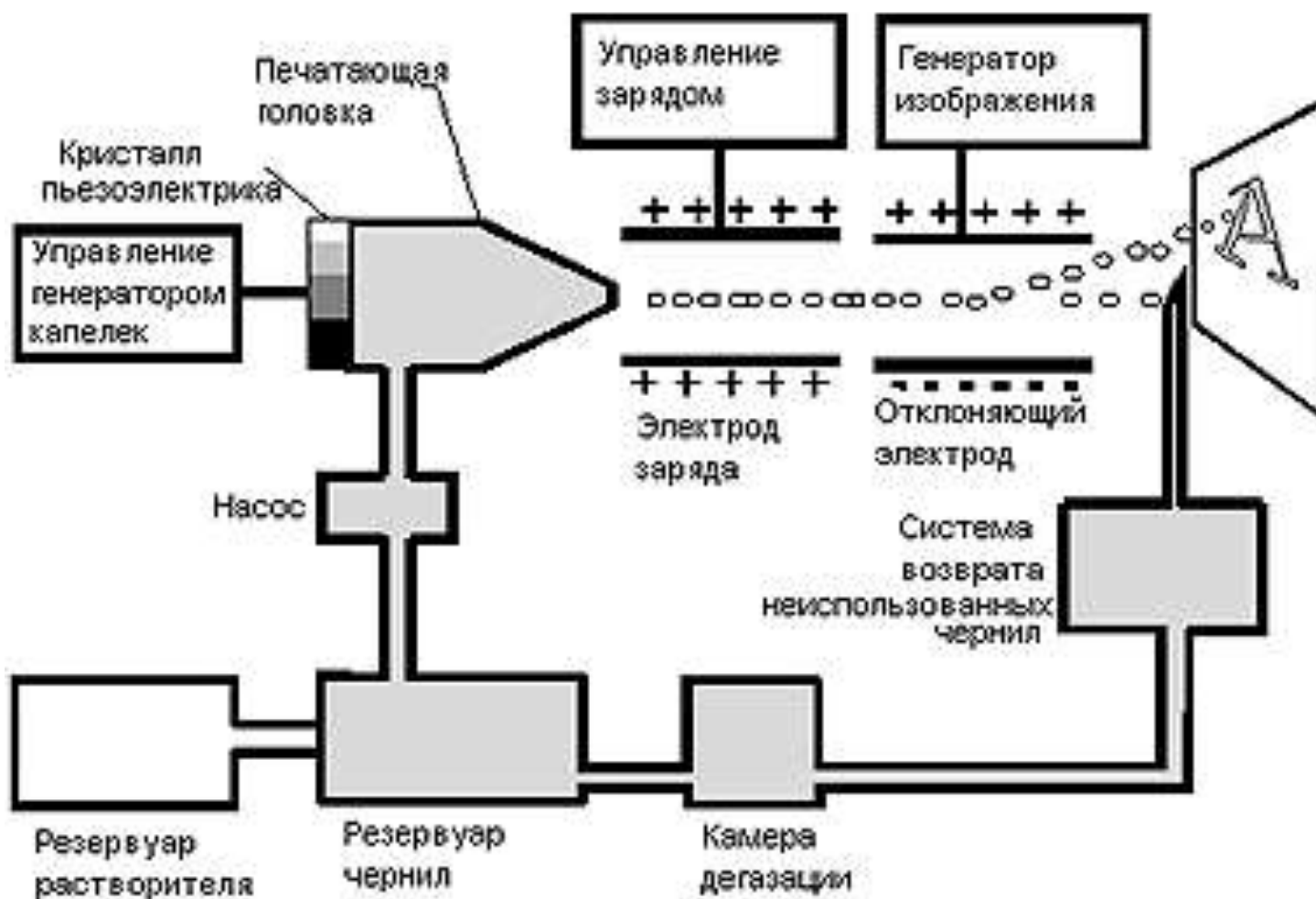
В основе пьезоэлектрической технологии лежит способность пьезоэлемента деформироваться под воздействием электрического поля. В каждое сопло печатающей головки встроена плоская мембрана, изготовленная из пьезокристалла. Под воздействием электрического импульса мембрана деформируется, а создаваемое при этом давление выбрасывает из сопла микроскопическую каплю чернил.

- **Краска** в струйных принтерах наносится непосредственно на бумагу каплями краски через очень малые отверстия называемые
- **дюзами**

Каждая капля краски имеет объем порядка нескольких пиколитра с диаметром порядка от нескольких до десятых микрон (для сравнения толщина человеческого волоса порядка 100 - 130 микрон). В одном кубическом миллиметре помещается приблизительно десять тысяч таких капель.

# Принтер непрерывной печати

Схема работы принтера непрерывной струйной печати с управляемой траекторией движения капли.



# Пьезоэлектрическая головка

## Пьезоэлектрический способ.

Когда на пьезоэлемент подаётся электрический ток, он (в зависимости от типа печатающей головы) изгибается, удлиняется или тянет диафрагму вследствие чего создаётся локальную область повышенного давления возле дюзы — формируется капля, которая впоследствии выталкивается на материал. В некоторых головках технология позволяет изменять размер капли

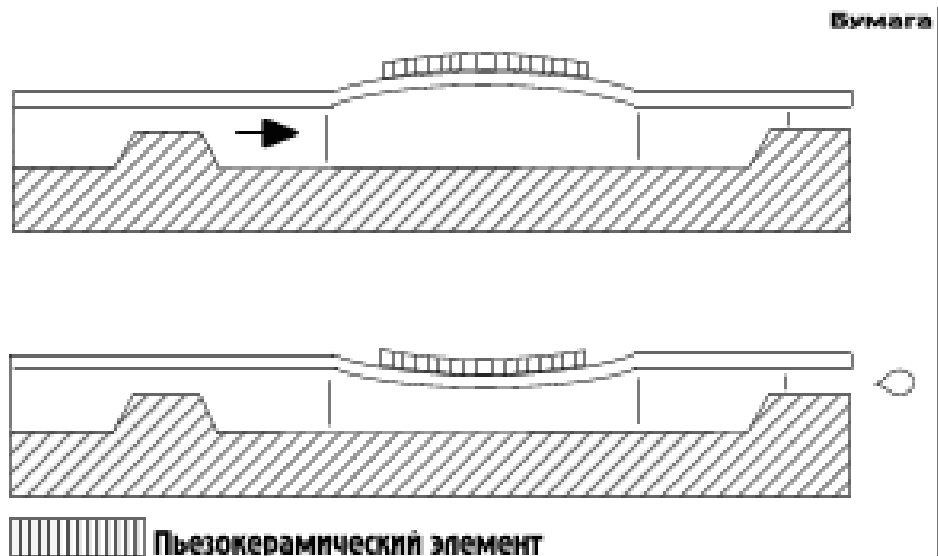
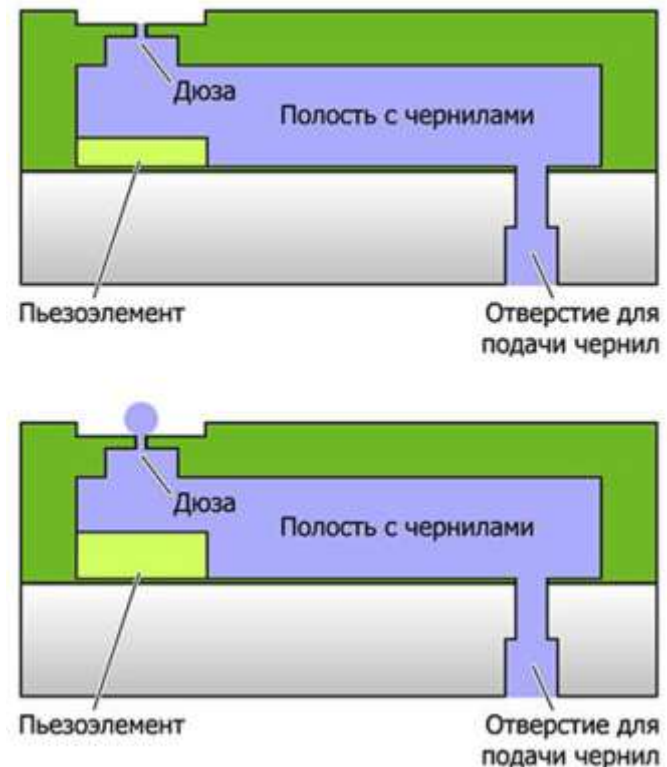


Схема пьезоголовки

Принцип работы пьезоструйной печатающей головки





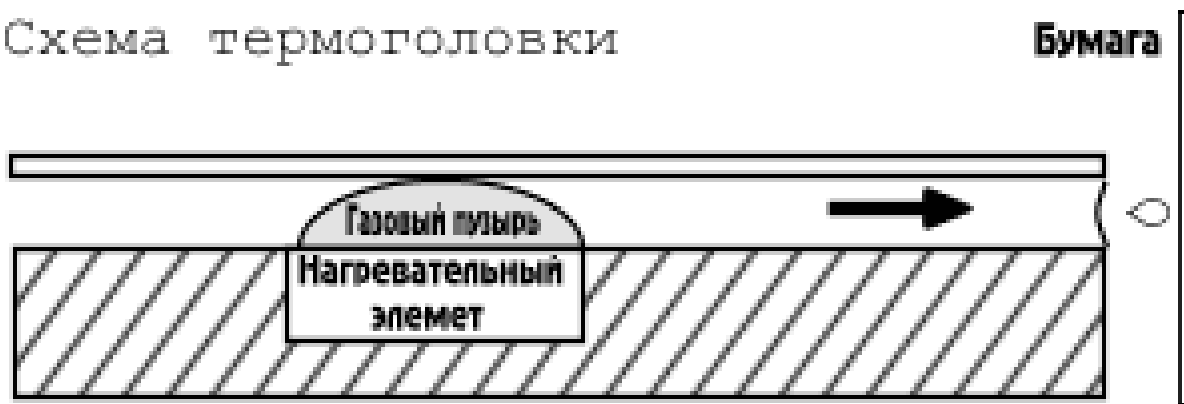
# Термоструйный метод

## Термический способ..

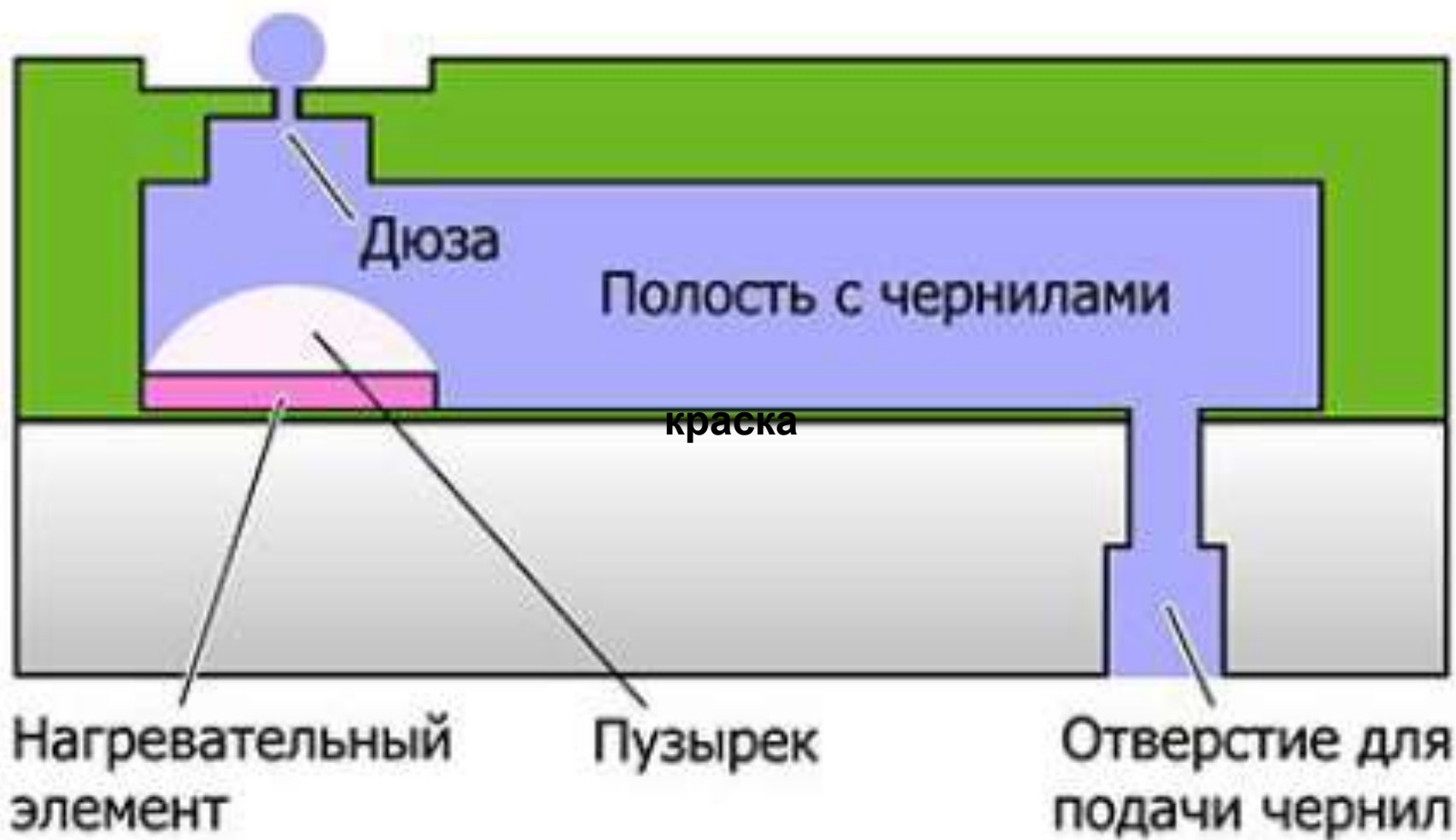
В основе метода газовых пузырьков лежит быстрое нагревание небольшого объема чернил до температуры кипения. Скорость нагрева столь велика, что она подобна взрывному процессу. Образующийся при этом пар выбрасывает из сопла микроскопическую каплю чернил. Для реализации этого метода в каждое сопло встраивается микроскопический нагревательный элемент. После остывания неиспользованные чернила возвращаются в сопла.

Минус технологии – в быстром износе головки из-за высоких температур, а также в инерционности процесса нагрева и охлаждения. Термоструйные головки обычно интегрированы с резервуаром чернил и заменяются вместе.

Схема термоголовки

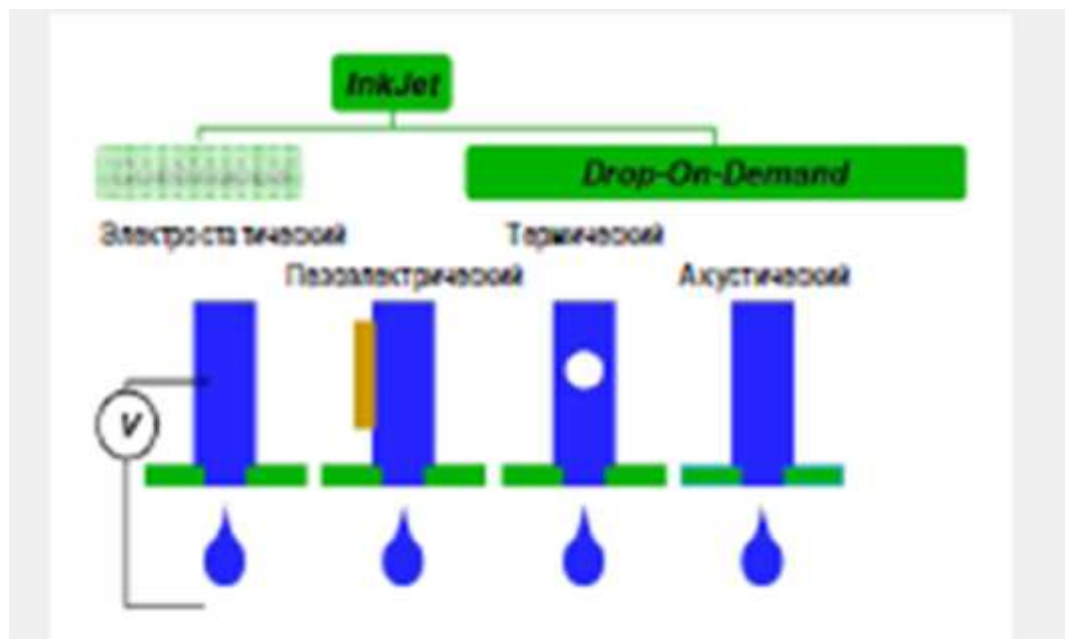


# Принцип термической печати



**Электростатический способ.** Управляющие импульсы высокого напряжения вызывают выделение капель чернил из сопла. Электростатическое поле между печатающей головкой и бумагой является причиной, вызывающей отрыв от поверхности и перенос капли краски на бумагу. Электростатические силы могут формировать капли чернил меньшего диаметра, чем сопла, которые их образуют.

**Акустический способ.** При формировании капли используется энергия звуковых колебаний, полученных от электроакустического преобразователя. Импульс акустических колебаний в жидкости фокусируется на поверхности и приводит к отрыву капли, которая преодолевает поверхностное сопротивление.



# Взаимодействие чернил с бумагой

## **водорастворимые и пигментные.**

**Водорастворимые** используют обычно для цветных красителей, так как они дают широкий цветовой охват. При падении на бумагу чернильный раствор впитывается в волокна, окрашивая их. Таким образом, вся поверхность рисунка закрашивается практически непрерывным слоем. Кроме того, они дают достаточное количество оттенков, чтобы обеспечить плавную цветопередачу. К водорастворимым относятся

## **сольвентные чернила**

- самый распространённый тип чернил.

## **Сольвентные чернила**

применяются в широкоформатной и интерьерной печати. Характеризуются очень высокой стойкостью к воздействию воды и атмосферных осадков.

Характеризуются

вязкостью, зернистостью и используемой фракцией сольвента.

## **Пигментные чернила**

- используются для получения изображений высокого качества, в интерьерной и в фото печати.



В большинстве моделей струйных принтеров используется **четыре основных цвета**, так называемая модель цветности **СМΥК**, где: Cyan - голубой, **Magenta** - розовый, **Yellow** - желтый, **Key color** - или черный.

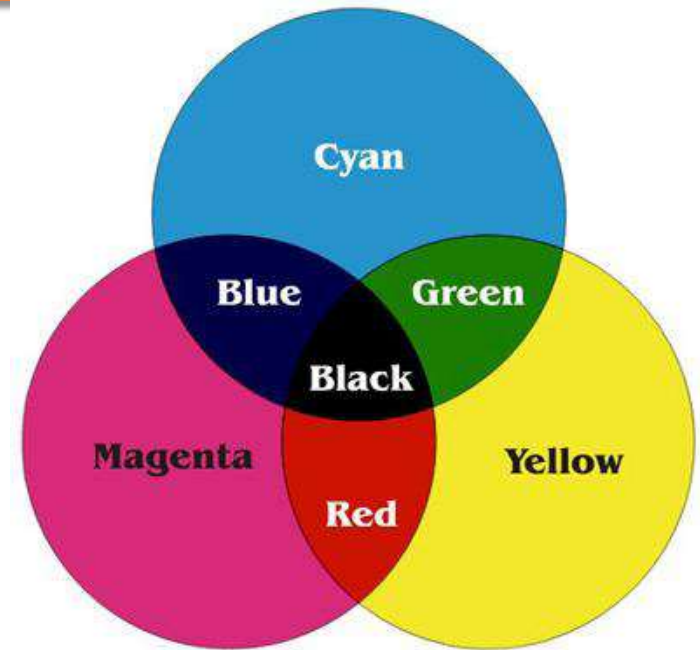
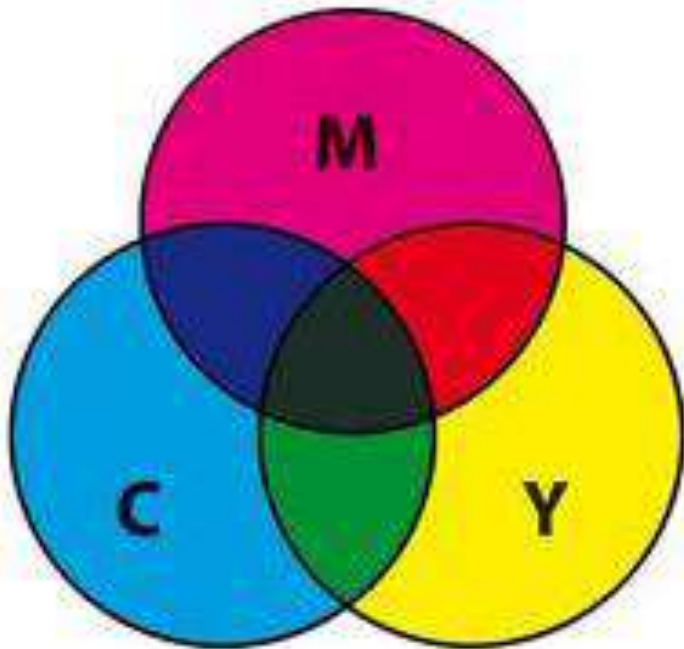
Все цвета получаются из трех основных цветов, красного, зелёного и синего, однако это справедливо лишь когда мы посредственно воспринимаем цвет, например с экрана компьютера, где формирования цвета как раз и происходит за счет этих трех цветов (так называемая модель цвета **RGB** ).

Для получения качественных фото снимков этих четырех цветов недостаточно, поэтому в струйных принтерах к четырем основным цветам добавлено еще несколько ярких оттенков цветов , например для шестицветных принтеров применяют **палитру CMYKLcLm** (где (Lc - светлый Cyan, Lm – светлая Magenta).

### **Цветопередача и насыщенность**

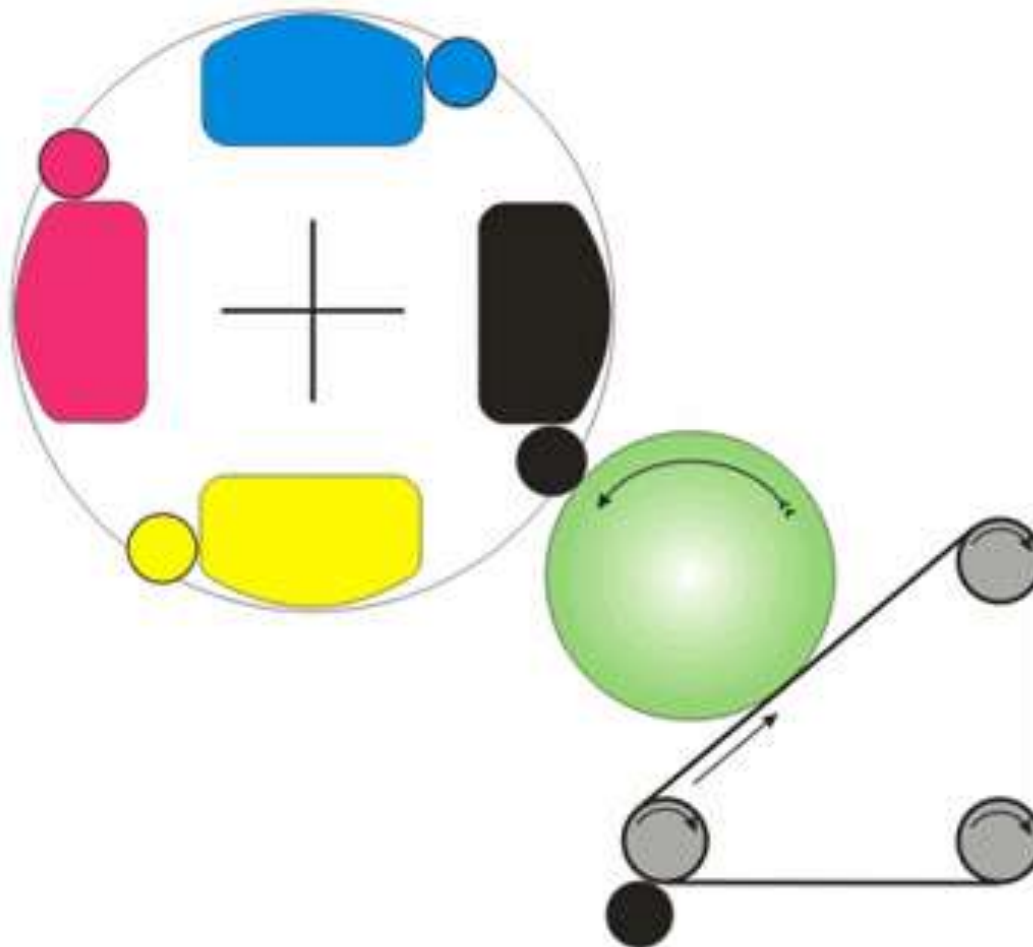
при использовании расширенной палитры гораздо лучше, поэтому фотопринтеры должны иметь расширенную цветовую палитру

Первые три цвета являются парными комбинациями цветов схемы RGB (Red, Green, Blue) и их часто называют голубым (правильнее сине-зеленый), пурпурным и желтым, а в качестве четвёртого используется черный - дополнительный цвет к аналогичной тройной комбинации



Реальное наложение красок в модели CMYK, видно, что при смешивании трех цветов "черный" цвет не получается

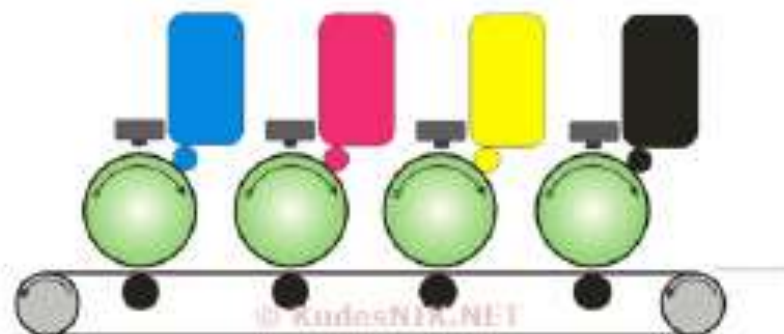
# Многопроходная печать



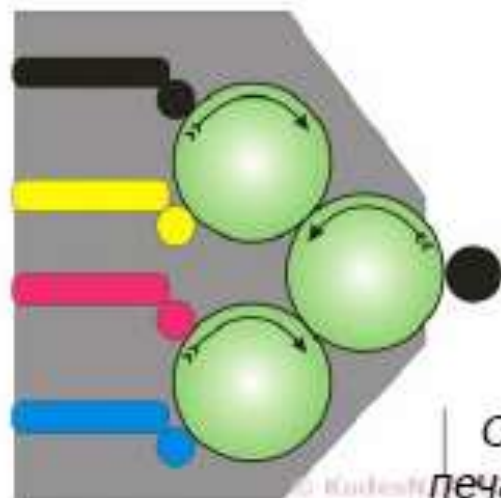


# Однопроходная печать

Однопроходная печать обычно подразумевает существование в принтере четырех отдельных механизмов, расположенных в ряд (тандемный тип) и создающих полноцветное изображение непосредственно на бумаге за один проход



Однопроходная тандемная  
печать



Однопроходная  
печать с переносом

Однопроходная печать с переносом реализована в принтерах Konica-Minolta и Хегох. На двух валах формируются два двухцветных изображения, которые при переносе на третий вал складываются, формируя полноценное цветное изображение



## Покапельная» струйная печать

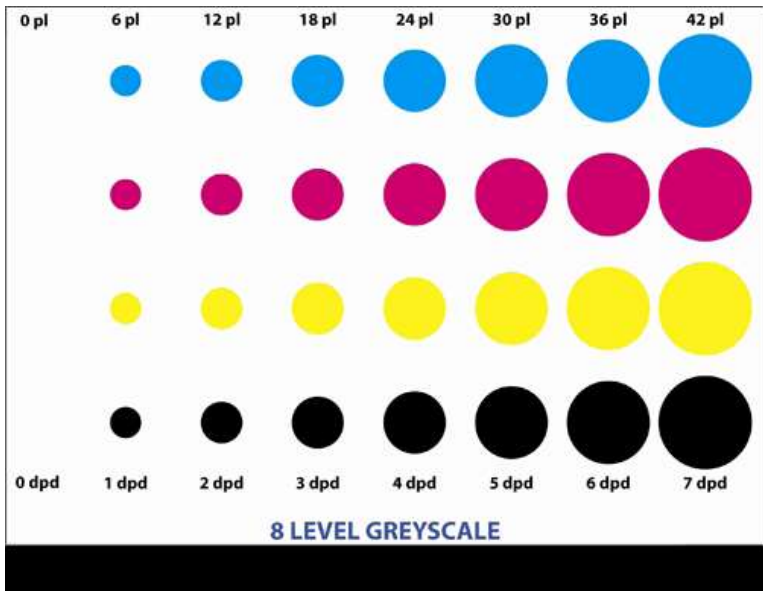
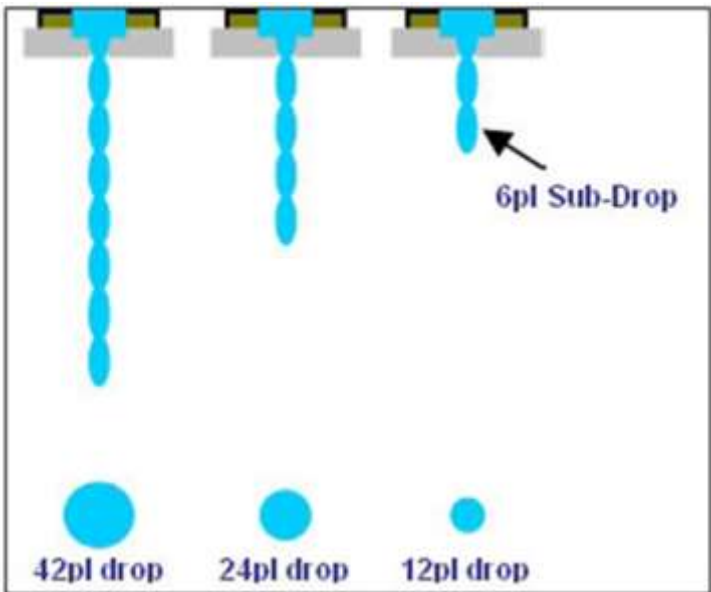
## технология изменяемого размера капли.

Идея «выстреливать» по одной капле организовала вторую ветвь развития технологии струйной печати. Этот тип формирования капель получил название drop-on-demand (капля по требованию).

# Variable Sized Droplet Technology (VSDT)

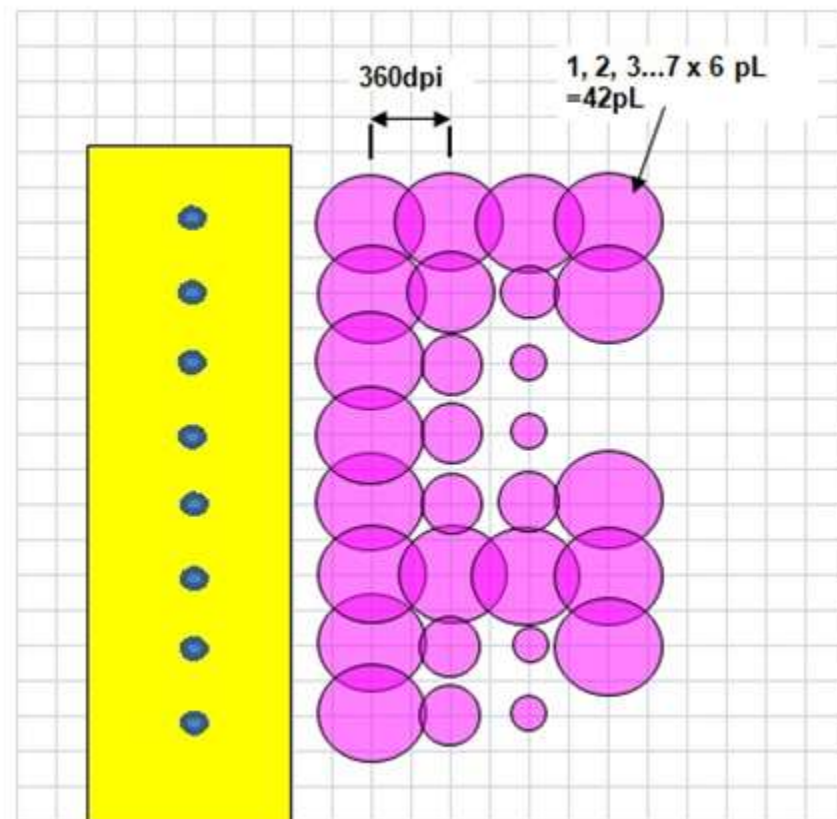
**dpd (dots per dot)** – точек на точку, или, точнее, количество субкапель на одну печатающую каплю

Из дюзы, практически непрерывно, выпускается необходимое количество суб-капель, которые в полете объединяются в одну каплю большего размера



VSDT печать разрешением 360 dpi. Разрешение определяется шагом перемещения печатающей головки, а печатается изображение каплями разного размера, в том числе и мелкими, соответствующими более высокому разрешению растривания.

Струйный принтер, использующий VSDT-технологии печатает вариантом FM раstra, но при этом, имея несколько уровней размера капли, в какой-то мере использует AM вариант.



# Лазерный принтер

В основе лазерной и светодиодной печати лежит принцип электрографии:

1. Источник освещает заряженную поверхность фоточувствительного вала
2. На освещенных местах поверхности меняется заряд и к ним притягивается тонер
3. С поверхности фотовала тонер переносится электростатическими силами на бумагу
4. Здесь перенесенный тонер закрепляется под действием высокой температуры и давления


В основе печати лазерного принтера лежит эффект адгезии микрочастиц тонера вследствие статического электричества.

Фотобарабан покрыт полимерным фоточувствительным материалом (обычно на основе селена), который под воздействием лазера способен терять или приобретать заряд.

# Лазерный принтер


Этапы лазерной печати:

1. Барабан заряжается с помощью валика.
2. Луч лазера построочно наносит монохромный рисунок, снимая заряд с барабана (процесс может протекать наоборот).
3. Ролик наносит заряженный тонер, который прикрепляется в местах, где лазер не снял заряд (или наоборот).
4. Бумага заряжается, чтобы притягивать тонер (не обязательно).
5. Барабан делает оттиск на бумаге.
6. Валики снимают заряд, нагревают бумагу и фиксируют тонер.
7. Барабан разряжается специальной лампой, излишки тонера удаляются (обычно пластиковым ножом).




Фотобарабан представляет собой металлический цилиндр, покрытый тонкой пленкой из фотопроводящего полупроводника (обычно оксид цинка). По поверхности барабана равномерно распределяется статический заряд с помощью тонкой проволоки или сетки, называемой коронирующим проводом. На этот провод подается высокое напряжение, вызывающее возникновение вокруг него светящейся ионизированной области, называемой короной.

Лазер, управляемый микроконтроллером, генерирует тонкий световой луч, отражающийся от вращающегося зеркала. Этот луч, попадая на фотобарабан, засвечивает на нем элементарные площадки (точки), и в результате фотоэлектрического эффекта в этих точках изменяется электрический заряд. Для некоторых типов принтеров потенциал поверхности барабана уменьшается от -900 до -200 В. Таким образом, на фотобарабане возникает копия изображения в виде потенциального рельефа.



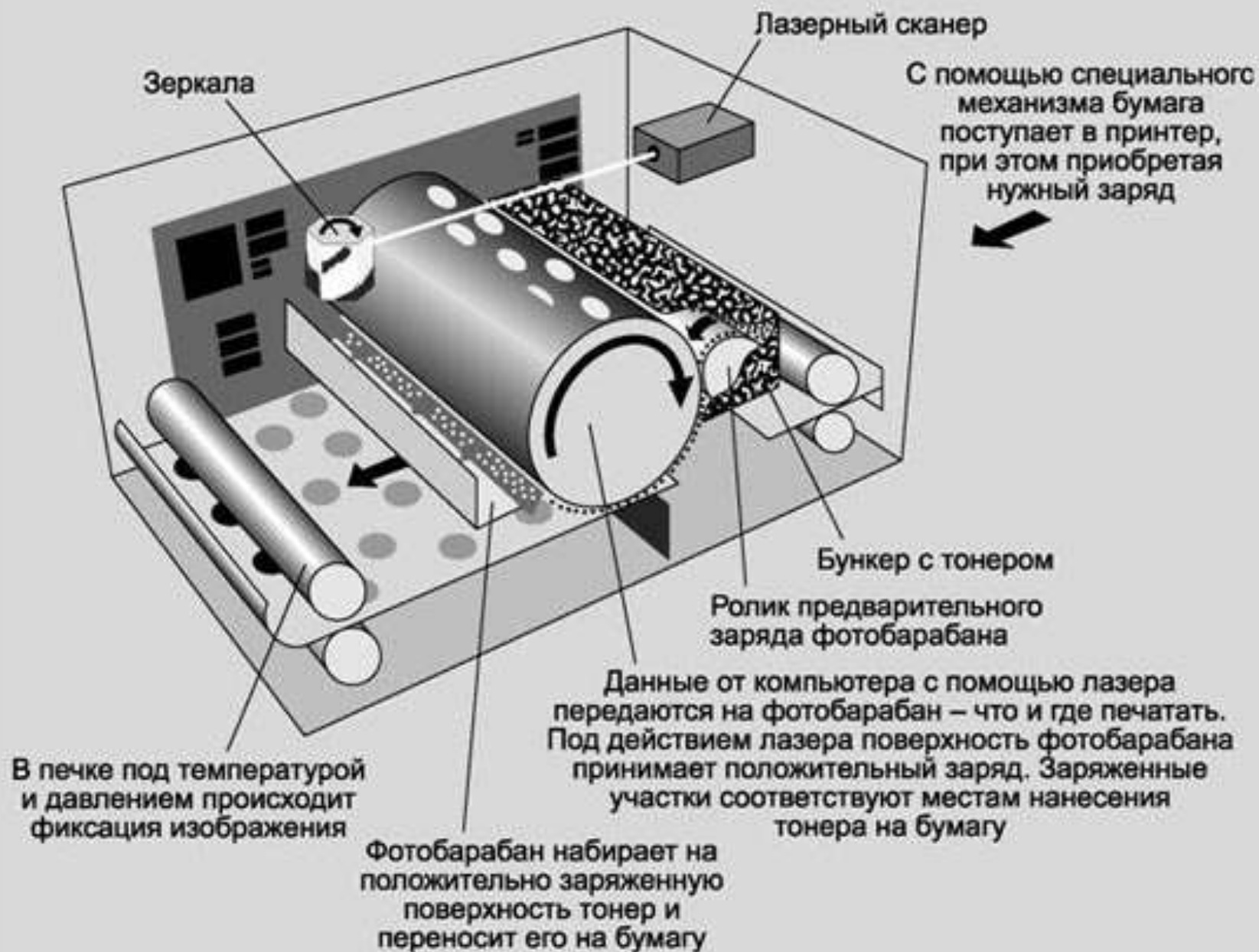
На следующем рабочем шаге с помощью другого барабана, называемого **девелопером (developer)**, на фотобарабан наносится тонер – мельчайшая красящая пыль. Под действием статического заряда мелкие частицы тонера легко притягиваются к поверхности барабана в точках, подвергшихся экспозиции, и формируют на нем изображение

Лист бумаги из подающего лотка с помощью системы валиков перемещается к барабану. Затем листу сообщается статический заряд, противоположный по знаку заряду засвеченных точек на барабане. При соприкосновении бумаги с барабаном частички тонера с барабана притягиваются на бумагу. Для фиксации тонера на бумаге листу вновь сообщается заряд и он пропускается между двумя роликами, нагревающими его до температуры около  $180^{\circ} - 200^{\circ}\text{C}$ . После собственно процесса печати барабан полностью разряжается, очищается от прилипших частиц тонера и готов для нового цикла печати. Описанная последовательность действий происходит очень быстро и обеспечивает высокое качество печати.



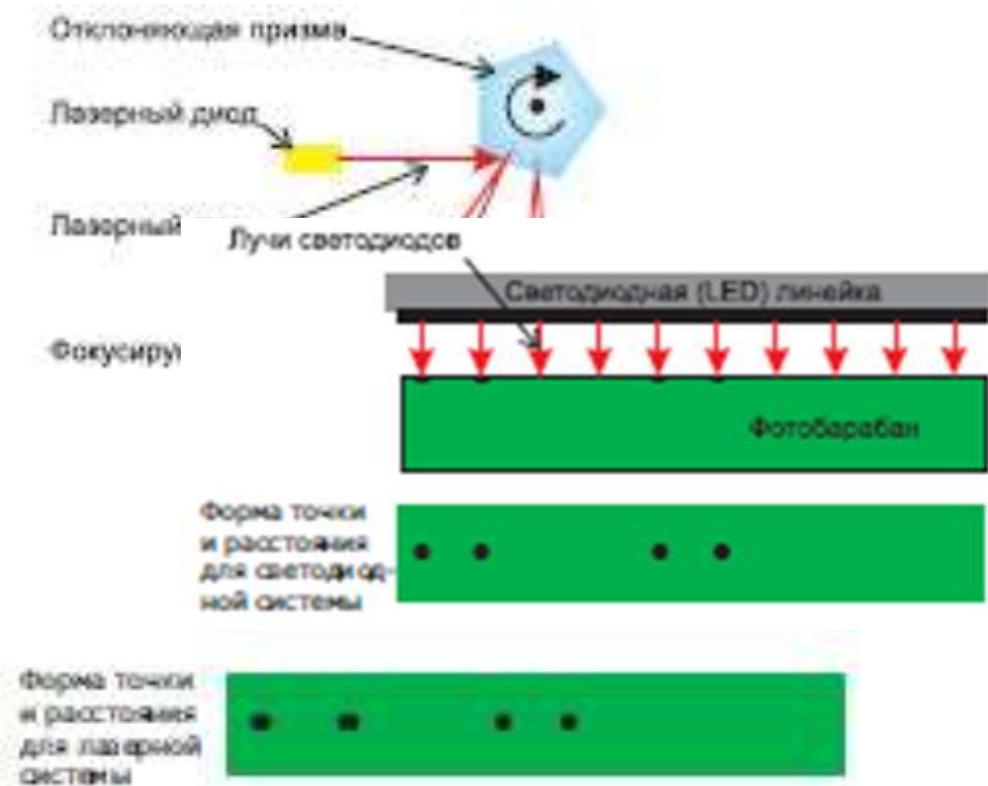
При печати на цветном лазерном принтере используются две технологии. В соответствии с первой, широко используемой до недавнего времени, на фотобарабане последовательно для каждого отдельного цвета (Cyan, Magenta, Yellow, Black) формировалось соответствующее изображение, и лист печатался за четыре прохода, что, естественно, сказывалось на скорости и качестве печати.

В современных моделях в результате 4х последовательных прогонов на фотобарабан наносится тонер каждого из 4х цветов. Затем при соприкосновении бумаги с барабаном на нее наносятся все 4 краски одновременно, образуя нужные цветовые сочетания на отпечатке. В результате достигается более ровная передача цветовых оттенков.

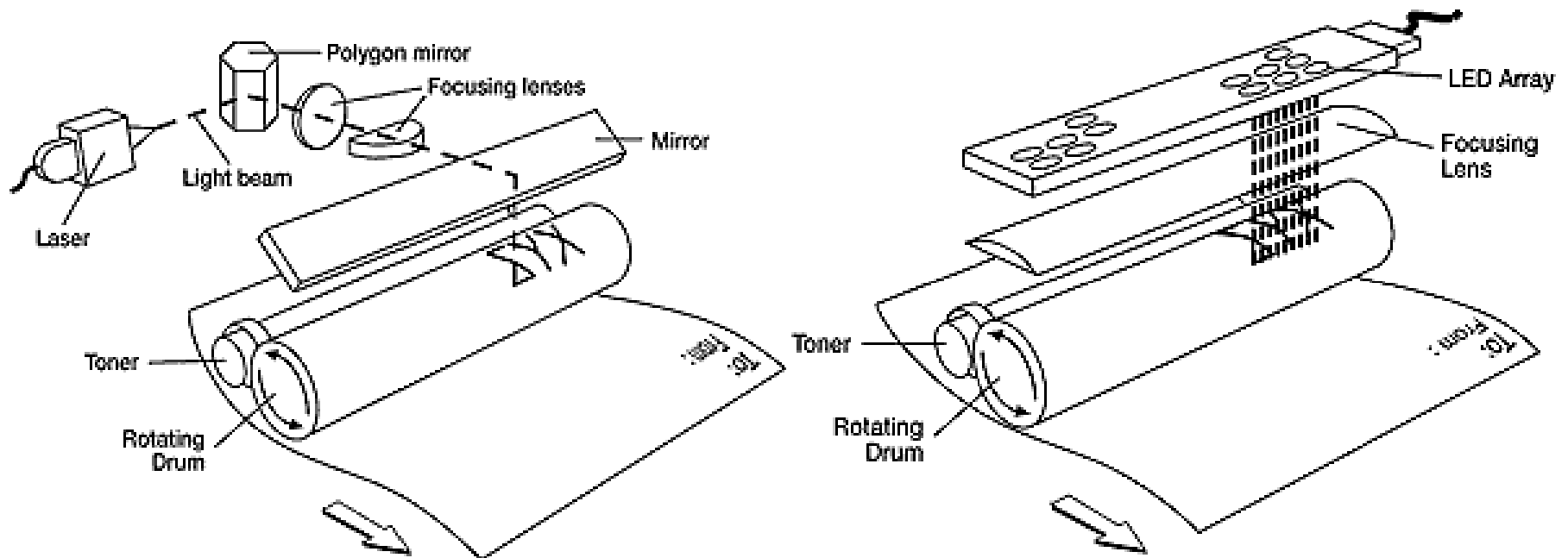




# Точность изображения



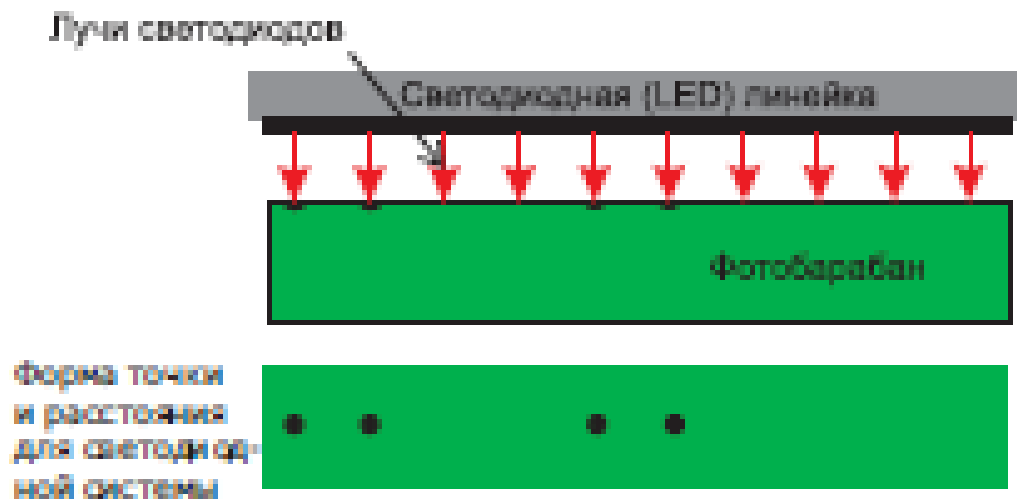
# Светодиодный принтер



Классический лазерный принтер

Светодиодный принтер

В светодиодном принтере для засвечивания барабана вместо лазерного луча, управляемого с помощью системы зеркал, используется неподвижная светодиодная строка (линейка), состоящая из 2500 светодиодов, которой формируется не каждая точка изображения, а целая строка



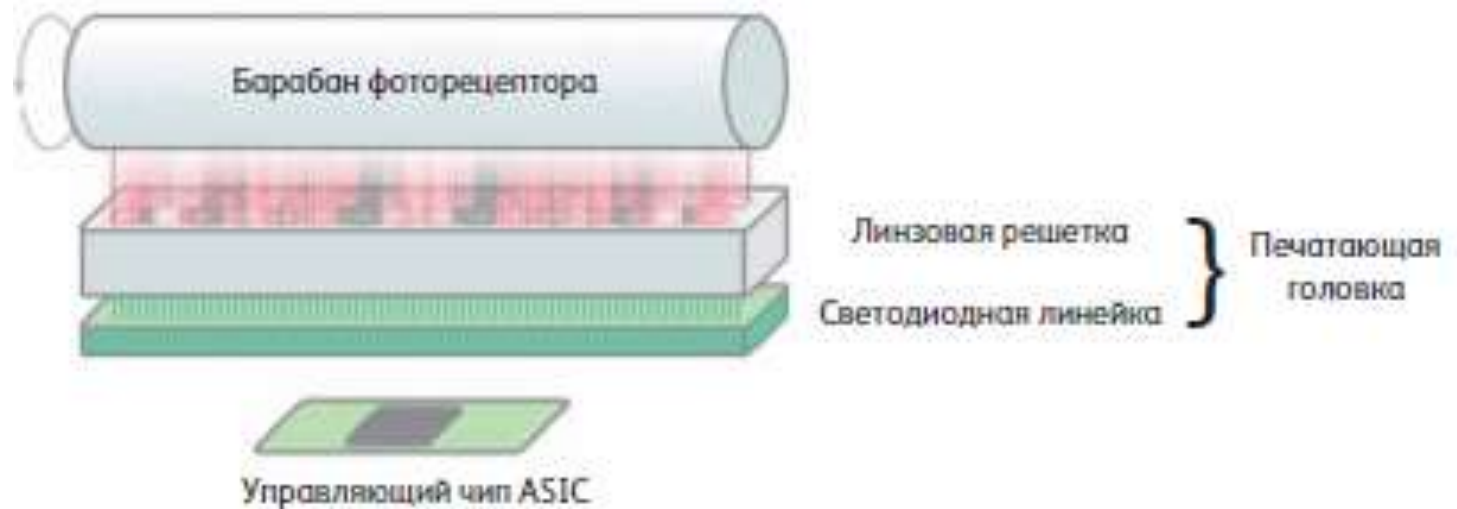
# Светодиодный (LED) принтер

Преимущества светодиодного принтера – в меньшей сложности:

отсутствует лазер, отклоняющая система, зеркала и призмы. Такой принтер дешевле в производстве и обслуживании, зачастую обеспечивает более высокую точность и однородность изображения.

Минусы – в физическом ограничении горизонтального разрешения числом светодиодов в линейке

# Новая светодиодная печатающая головка Xerox HiQ LED



- Новая светодиодная печатающая головка Xerox HiQ LED состоит из линейки с 14,592 светодиодами.
- Миниатюрная система сканирования светового потока частично примыкает к каждому
- светодиоду, а остальная часть системы встроена в управляющий чип ASIC, расположенный на
- самой плате светодиодной линейки.

- Кроме того, каждая печатающая головка имеет новую самофокусирующуюся линзовую решетку.
- Решетка состоит из групп линзовых элементов с однородными оптическими характеристиками,
- которые систематически накладываются друг на друга, позволяя создавать изображения с высоким разрешением. Свет, излучаемый диодами, проходит через линзовую решетку и формирует
- скрытое изображение на барабане фоторецептора.
- В цветных принтерах установлены 4 отдельные печатающие головки. Каждая содержит светодиодную
- линейку с плотностью светодиодов 1200 на дюйм и обеспечивает необходимое высокое
- разрешение, при этом являясь более компактной по сравнению с лазерной печатающей головкой.

- «Мозгом» печатающей головки HiQ LED, стоящим за всем процессом печати, является новый
- управляющий
- чип ASIC от Xerox. Эти высокопроизводительные чипы контролируют интенсивность
- светового потока и точность синхронизации каждого из 14 592 светодиодов в каждой
- печатающей головке для получения разрешения 1200 x 2400 dpi (1200 x 1200 dpi для Phaser
- 7500) — такого же, а зачастую даже более высокого по сравнению с лазерными системами.
- Благодаря постоянному автоматическому отслеживанию информации по каждому светодиоду,
- чип ASIC может настраивать для каждого из них интенсивность светового потока и точность
- синхронизации. Благодаря этой возможности обеспечивается однородность на протяжении всей
- линейки светодиодов и, следовательно, неизменно высокое качество печати.

# Точность совмещения цветов с возможностью цифровой коррекции

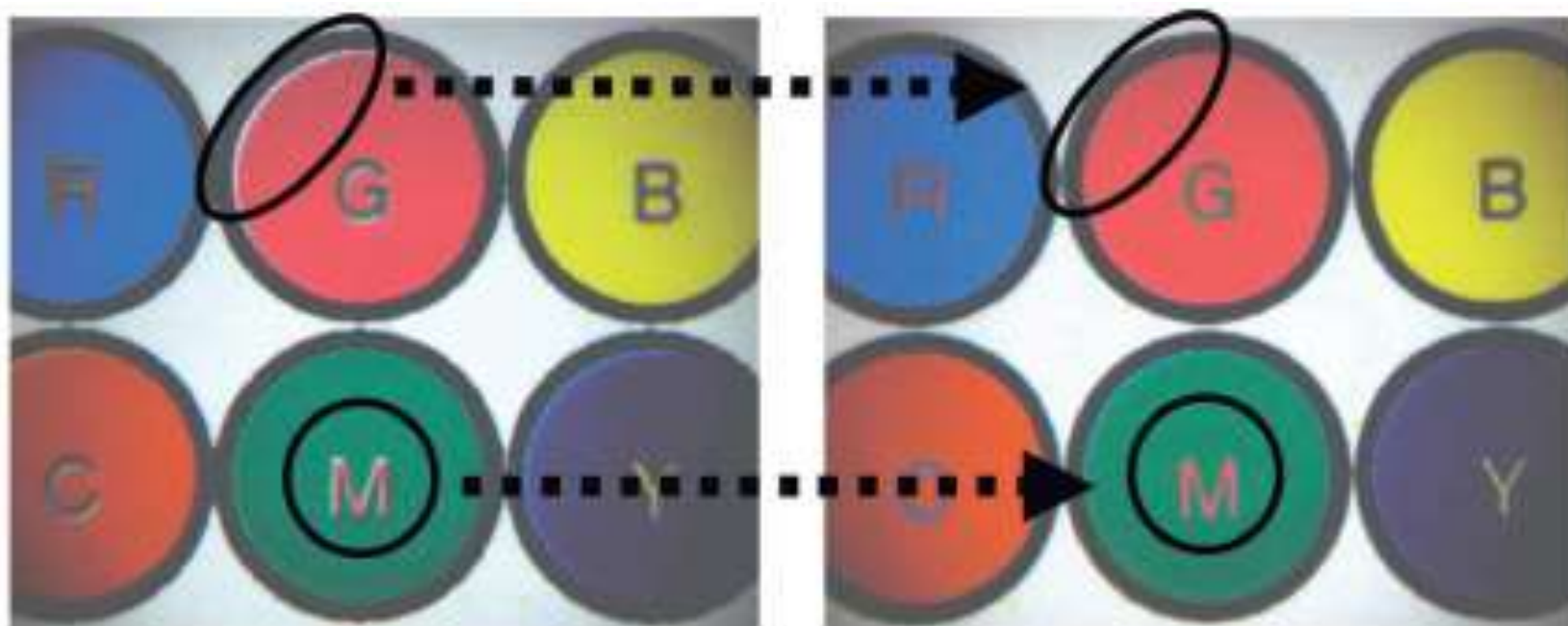
- Благодаря управляющему чипу ASIC и возможности контролировать интенсивность светового
- потока от диодов в каждой печатающей головке, HiQ LED так же гарантирует более точное
- совмещение цветов. Традиционная светодиодная печать имеет ряд дефектов из-за возможных
- деформаций линейки — наклона и изгиба, а так же различий в положении диодов в самой
- линейке. Коррекция этих дефектов требует механического вмешательства. Технология HiQ
- LED автоматически исправляет все три причины ошибок совмещения, постоянно корректируя
- работу каждого светодиода в линейке. Фактически, тесты показывают, что технология HiQ LED
- справляется с коррекцией даже лучше, чем аналогичные лазерные принтеры.



# Совмещение различных цветов

Устройства на основе технологии HiQ LED имеют возможность цифровой коррекции совмещения.

Обратите внимание на белые линии на лазерных отпечатках. Также обратите внимание на белые края буквы «М».



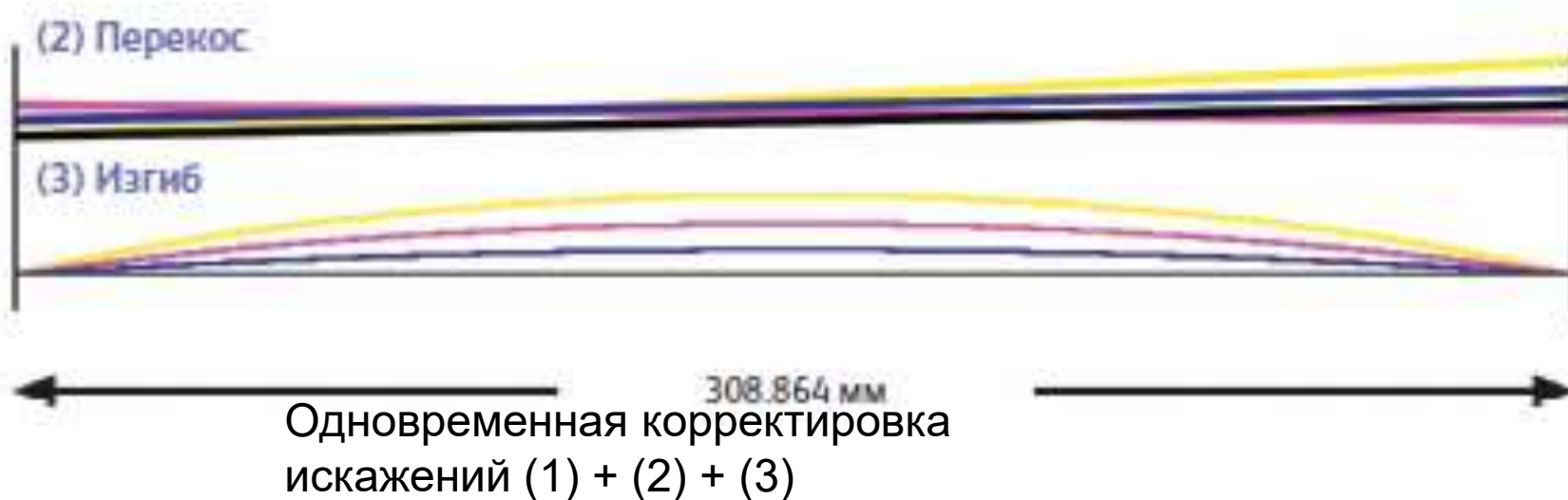
# Новая технология улучшения качества линий и изображения.

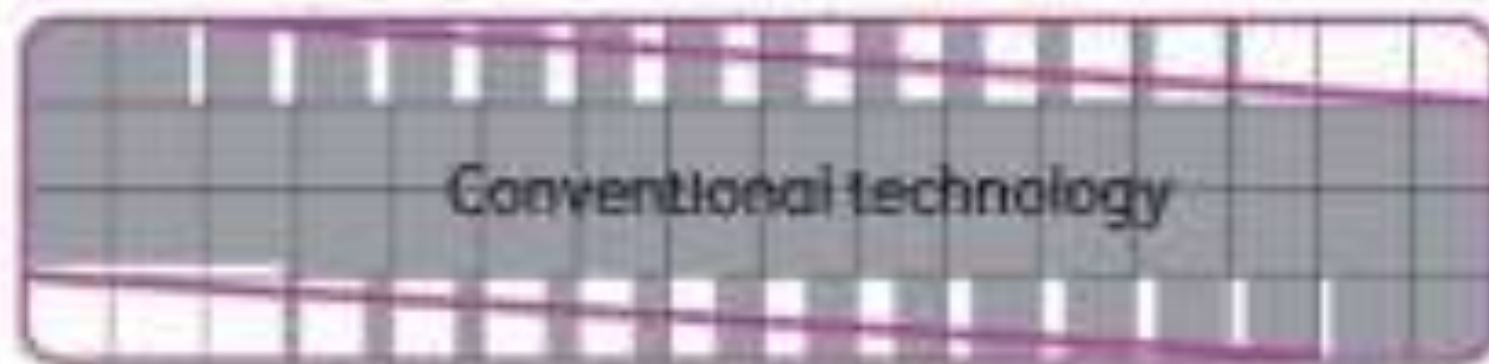
- **(1) Коррекция ошибок совмещения отдельных светодиодов вдоль направления сканирования.**

Перекося и изгиб линейки светодиодов, неизбежные во всех светодиодных принтерах, теперь автоматически корректируются. При этом корректировка осуществляется цифровым, а не механическим способом. Новая технология HiQ LED обеспечивает разрешение 1200 dpi, используя сверхточный контроль пикселей, заполняя пропуски, и сглаживая «зубчатые» края. В результате улучшается воспроизведение отдельных символов и тонких линий, края изображений на отпечатках становятся более гладкими, полутоновые изображения получаются более однородными.

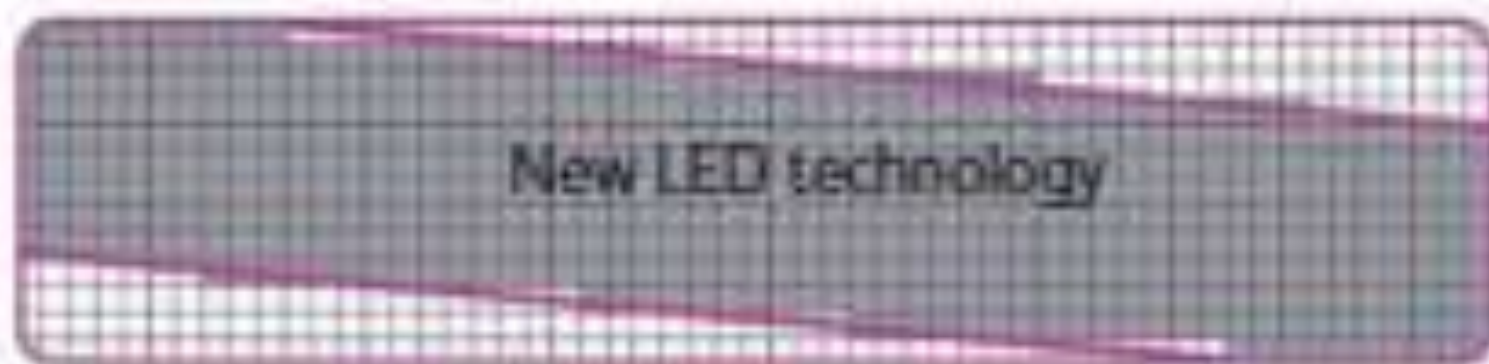


- (2) Корректировка ошибок совмещения цветов — перекося и изгиб линейки светодиодов





600 dpi



1200 dpi

# Сублимационная печать

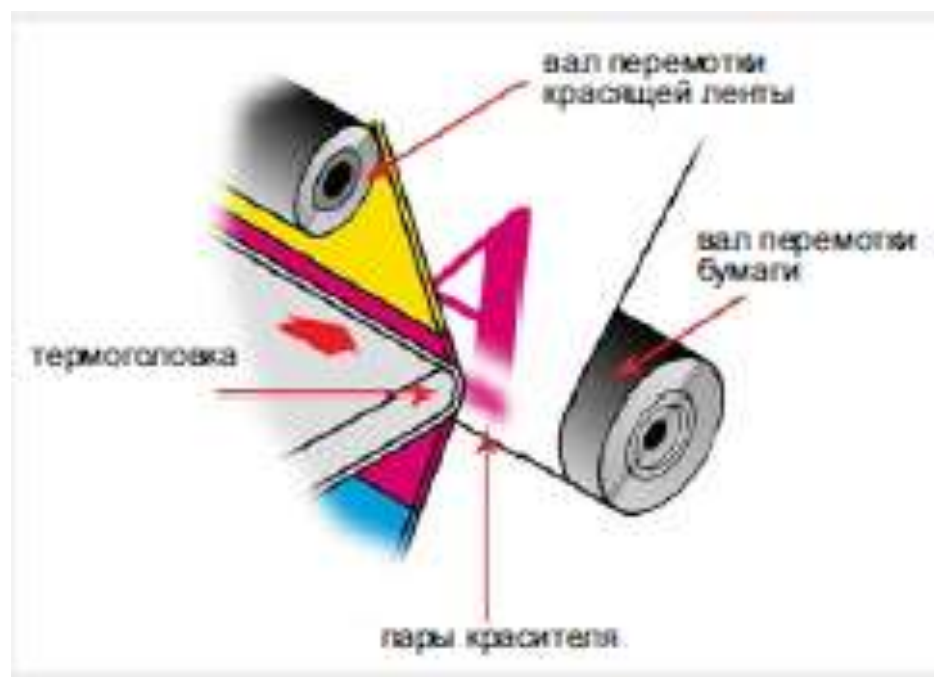
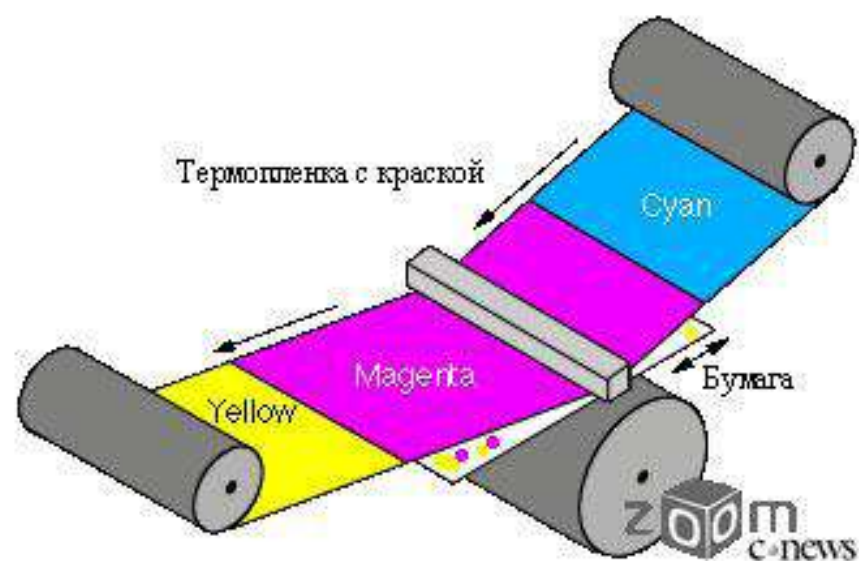
Принтеры, использующие термосублимационный метод печати, обычно применяются в полиграфии, но существуют и сравнительно доступные модели для цифровой фотопечати.

Сублимационный принтер использует эффект испарения твердого красителя (сублимацию) для нанесения на бумагу цветowych пятен. Как правило, для полноцветной печати используется несколько проходов.

Классический сублимационный принтер использует красящую ленту с несколькими цветовыми сегментами. Испарение красителя обеспечивается при помощи печатающей головки с нагревательными элементами.

Преимущество сублимационной печати заключается в хорошей передаче полутонов (за счет возможности варьировать интенсивность впитывания паров красителя) и более долговечном (по сравнению со струйным методом) отпечатке.

Минус – более сложная конструкция устройства и повышенный расход материалов при печати. Кроме того, поверхность бумаги после печати требуется покрывать защитным слоем, что повышает стоимость отпечатка.



# Твердочернильные принтеры

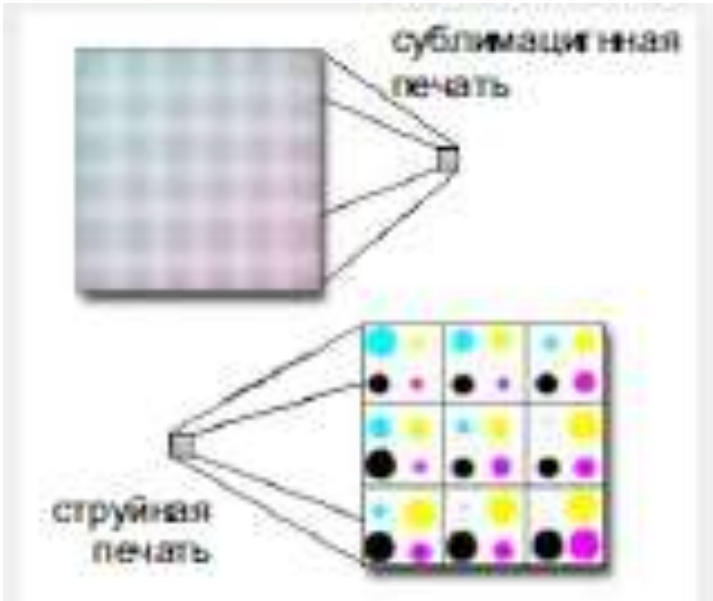
Технология твердочернильной (Solid Ink) печати часто называется сублимационной, хотя этот термин не верен. Основное их отличие от струйной и сублимационной печати заключается в применении красящего вещества, имеющего воскообразную консистенцию при комнатной температуре. После разогрева воск переходит в жидкую или газообразную форму и может быть нанесен на барабан (как в лазерной технологии) или прямо на бумагу (как в струйной).

По многим характеристикам, особенно по качеству печати, твердочернильная технология схожа с сублимационной, поэтому обычно она применяется для фотопечати.

К недостаткам можно отнести как высокую сложность устройства и стоимость материалов, так и низкое быстродействие при сравнительно низком разрешении.



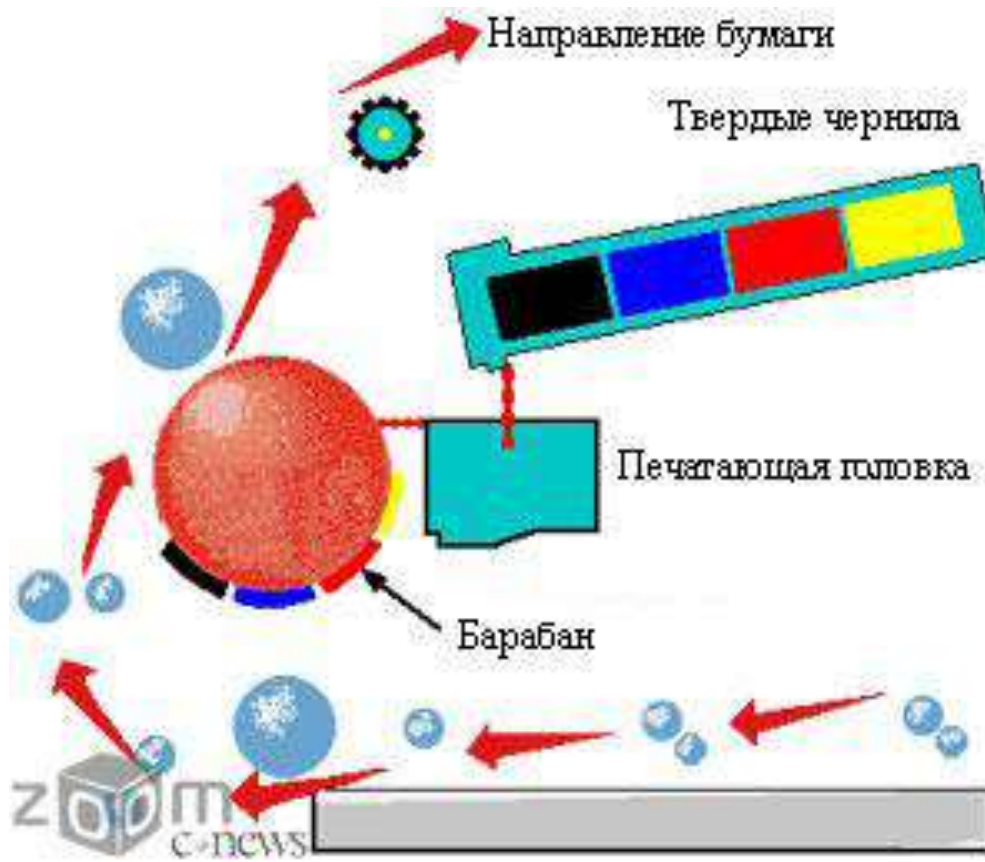
Схематическое сравнение сублимационного и струйного принципов печати. Сублимационная печать выглядит гораздо равномернее струйной, на которой заметны меняющиеся размер капли чернил.





# Твердочернильная печать

Особенность печати состоит в том, что чернила расплавляются непосредственно перед нанесением на бумагу. Их основной компонент – воск, который очень быстро плавится, а попадая на бумагу сразу застывает. В целом же технология повторяет струйную: микроскопические разноцветные точки наносятся на бумагу и формируют на ней узор



# Многофункциональные устройства

Рынок офисной техники переориентируется на применение компактных многофункциональных устройств (МФУ, MFD), которые совмещают в себе как минимум сканер и принтер. При этом они могут использоваться как копиры, а при наличии модема – как факс-аппараты.

Благодаря использованию интерфейса USB и сетевого подключения устройства МФУ просты и удобны в эксплуатации.

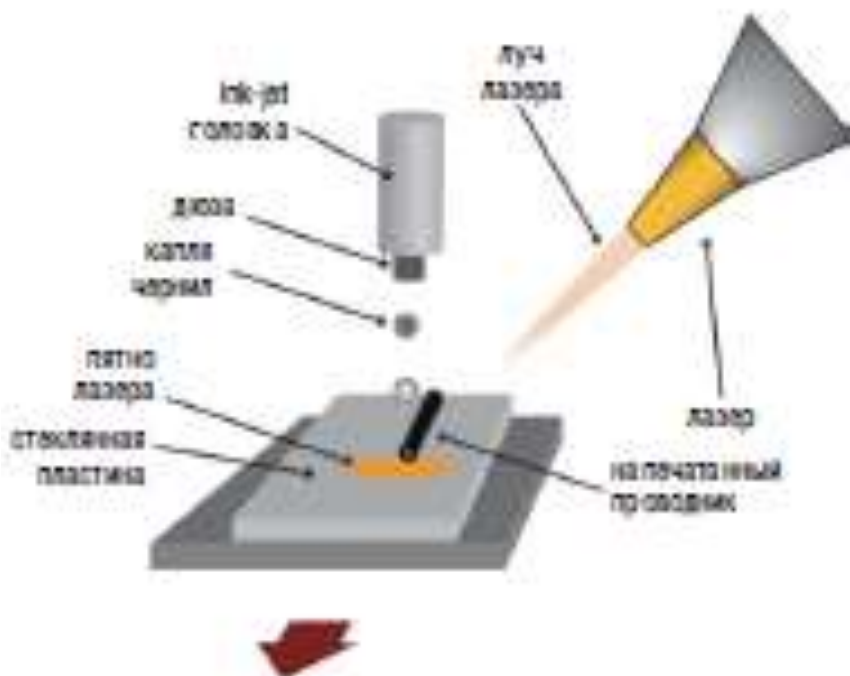
Состав и тип применяемых устройств зависит от назначения и целевой аудитории пользователей. Наиболее простые МФУ сочетают в одном корпусе сканер типа CIS и струйный принтер (обычно расположены друг над другом). Офисные МФУ состоят из CCD-сканера и лазерного принтера, работающих как по отдельности, так и в составе копира.

К недостаткам МФУ можно отнести только сложность обслуживания и высокую стоимость, не всегда соответствующую качеству результата.

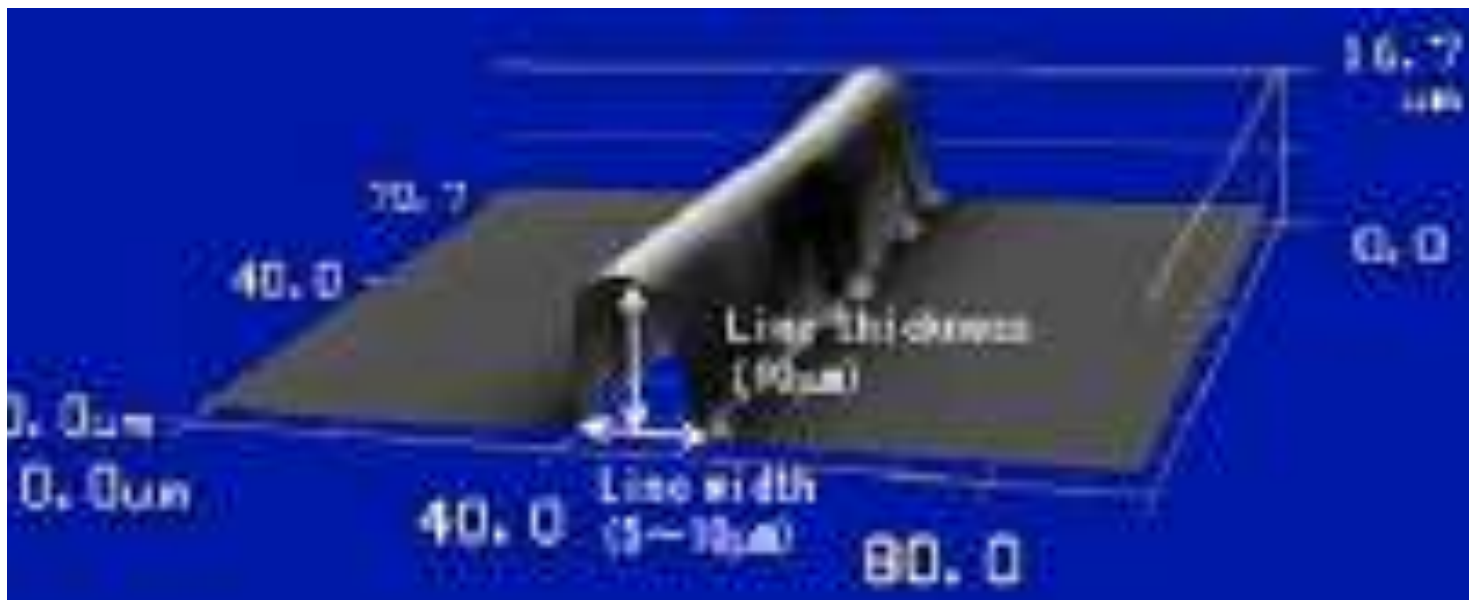
<b>Название</b>	<b>Плюсы</b>	<b>Минусы</b>	<b>Применения</b>
<i>Лазерная</i>	<i>Скорость, качество, низкая стоимость</i>	<i>Принтеры дорогие</i>	<i>Офисная печать</i>
<i>Светодиодная</i>	<i>Скорость, качество, низкая стоимость</i>	<i>Качество и скорость чуть хуже</i>	<i>Офисная и домашняя печать</i>
<i>Струйная</i>	<i>Высокое качество, цена принтера</i>	<i>Низкая скорость, цена материалов</i>	<i>Домашняя и профессиональная печать</i>
<i>Матричная</i>	<i>Стоимость, обслуживание</i>	<i>Цена принтера, уровень шума</i>	<i>Специальные применения</i>
<i>Твердочернильная</i>	<i>Высокое качество, стоимость печати</i>	<i>Цена принтера</i>	<i>Офисная и профессиональная печать</i>
<i>Сублимационная</i>	<i>Высокое качество, удобство</i>	<i>Не для печати текста</i>	<i>Офисная и домашняя печать</i>


# Применение технологий печати

Японский патент 2010 года. Нанотехнологии.  
Струйная технология с использованием CO<sub>2</sub> лазера.  
Сфера применения - оптика, электроника. Нанесение токопроводящих линий. Облучение лазером сразу после падения капли на подложку значительно ускоряет процесс высыхания или полимеризации.



LIJ (Laser Ink Jet) технология. Размеры проводника напечатанного струйным принтером. Многослойное нанесение капель с моментальным отверждением лазером. Размеры полученного проводника в высоту больше, чем в ширину.





фирмы AIST and Harima Chemical в объеме НИОКР изучают различные вещества в суперточной струйной технологии. С помощью этой новой технологии, команда подтвердила, что различные материалы и элементы, такие как нанотрубки, электропроводящие полимеры и керамика могут быть созданы из веществ, используемых как растворы для чернил. В то же время, тесты показали устойчивую дисперсию частиц металла на разнообразных субстратах, таких как стекло или полиимид. Этот результат показывает, что можно сразу печатать сверхтонкие металлические проводники лишь несколько микрон в ширину для многослойных печатных плат.

Баранов ИЛ

[www.cnews.ru](http://www.cnews.ru), <http://www.flickr.com>,  
<http://www.inkjetconsulting.com/>, <http://www.aist.go.jp>,  
<http://nanopatentsandinnovations.blogspot.com>

# 3D-принтер

периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. В зарубежной литературе данный тип устройств также именуют **фабберами**, а процесс трехмерной печати — быстрым прототипированием (Rapid Prototyping)

Технологии

лазерная

Струйная

# Лазерная:

- *Лазерная стереолитография* — ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер, либо фотополимер засвечивается ультрафиолетовой лампой через фотошаблон, меняющийся с новым слоем. При этом жидкий полимер затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик.
- *Лазерное сплавление (melting)* — при этом лазер сплавляет порошок из металла или пластика, слой за слоем, в контур будущей детали.
- *Ламинирование* — деталь создаётся из большого количества слоёв рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали.



# Струйная

*Застывание материала при охлаждении* — раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта.

*Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы* — способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета.

*Склеивание или спекание порошкообразного материала* — похоже на лазерное спекание, только порошковая основа (подчас на основе измельчённой бумаги или целлюлозы) склеивается жидким (иногда клеящим) веществом, поступающим из струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя вещества различных цветов. Существуют образцы 3D-принтеров, использующих головки струйных принтеров.

Густые керамические смеси тоже применяются в качестве самоотверждаемого материала для 3D-печати крупных архитектурных моделей.

*Биопринтеры* — ранние экспериментальные установки, в которых печать 3D-структуры будущего объекта (органа для пересадки) производится каплями, содержащими живые клетки<sup>[5]</sup>. Далее деление, рост и модификации клеток обеспечивает окончательное формирование объекта.

# Применение

Для быстрого прототипирования, то есть быстрого изготовления прототипов моделей и объектов для дальнейшей доводки. Уже на этапе проектирования можно кардинальным образом изменить конструкцию узла или объекта в целом. В инженерии такой подход способен существенно снизить затраты в производстве и освоении новой продукции.

Для быстрого производства — изготовление готовых деталей из материалов, поддерживаемых 3D-принтерами. Это отличное решение для мелкосерийного производства.

Изготовление моделей и форм для литейного производства.

Конструкция из прозрачного материала позволяет увидеть работу механизма «изнутри».

Производство различных мелочей в домашних условиях.

Производство сложных, массивных, прочных и недорогих систем. Например, беспилотный самолёт Polecat компании Lockheed, большая часть деталей которого была изготовлена методом скоростной трёхмерной печати.

# Применение

Разработки университета Миссури, позволяющие наносить на специальный биогель сгустки клеток заданного типа. Развитие данной технологии — выращивание полноценных органов.

В медицине, при протезировании и производстве имплантатов (фрагменты скелета, черепа, костей, хрящевые ткани). Ведутся эксперименты по печати донорских органов.

- Для строительства зданий и сооружений.
- Для создания компонентов оружия. Существуют эксперименты по печати оружия целиком.
- Производства корпусов экспериментальной техники (автомобили, телефоны, радио-электронное оборудование)