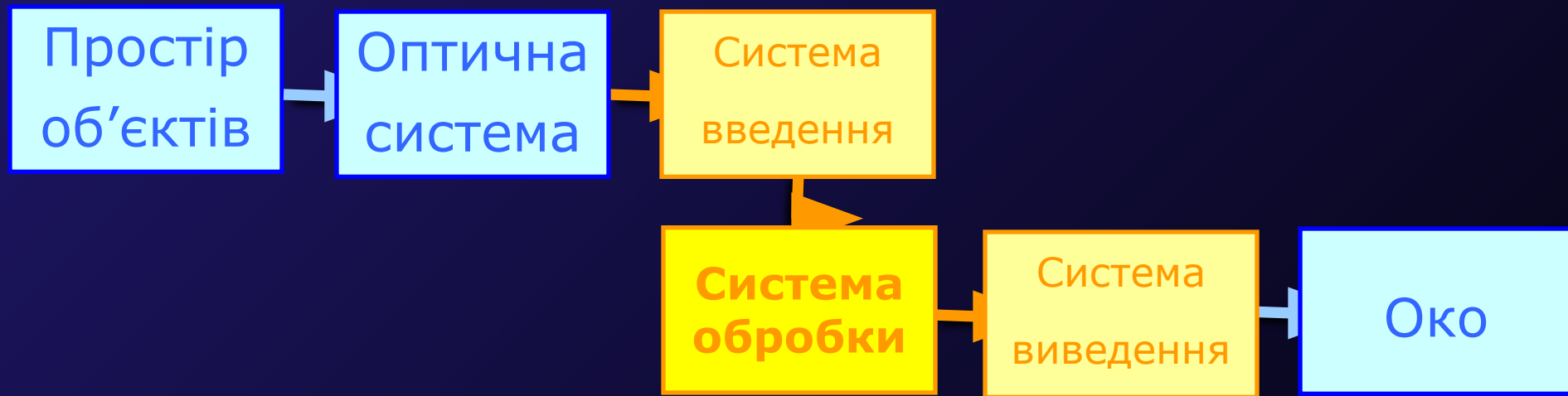


**М. Кононов**

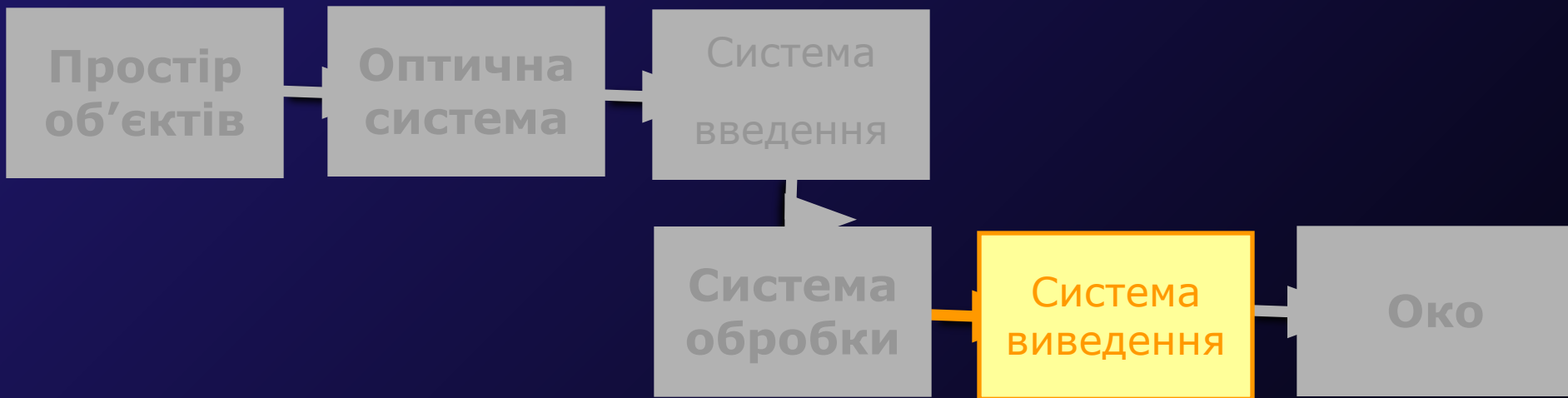
# Комп'ютерна обробка медичних зображень

## 6. Методи та засоби виведення зображень

# Схема цифрової системи формування зображення



# Схема цифрової системи формування зображення





# Потреби у візуалізації цифрового зображення

**Статичне відтворення**  
(друк, статичний м

**Висока контрастність**

**Якісна кольоропередача**

**Стійкість відбитку**

**Ціна відбитку**

**Комфортність**

**Енергозбереження**



**Динамічне відтворення**  
(монітор, пр

**Висока контрастність**

**Висока яскравість**

**Якісна кольоропередача**

**Мала інерційність**

**Комфортність**

**Енергозбереження**



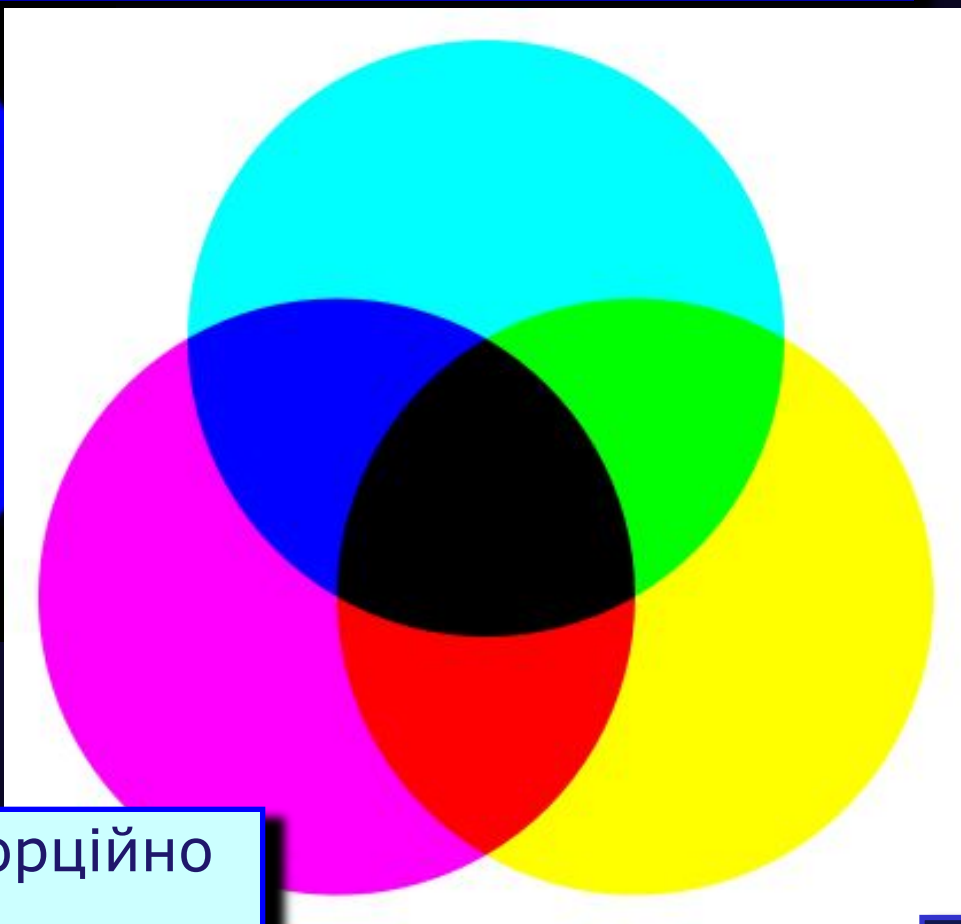
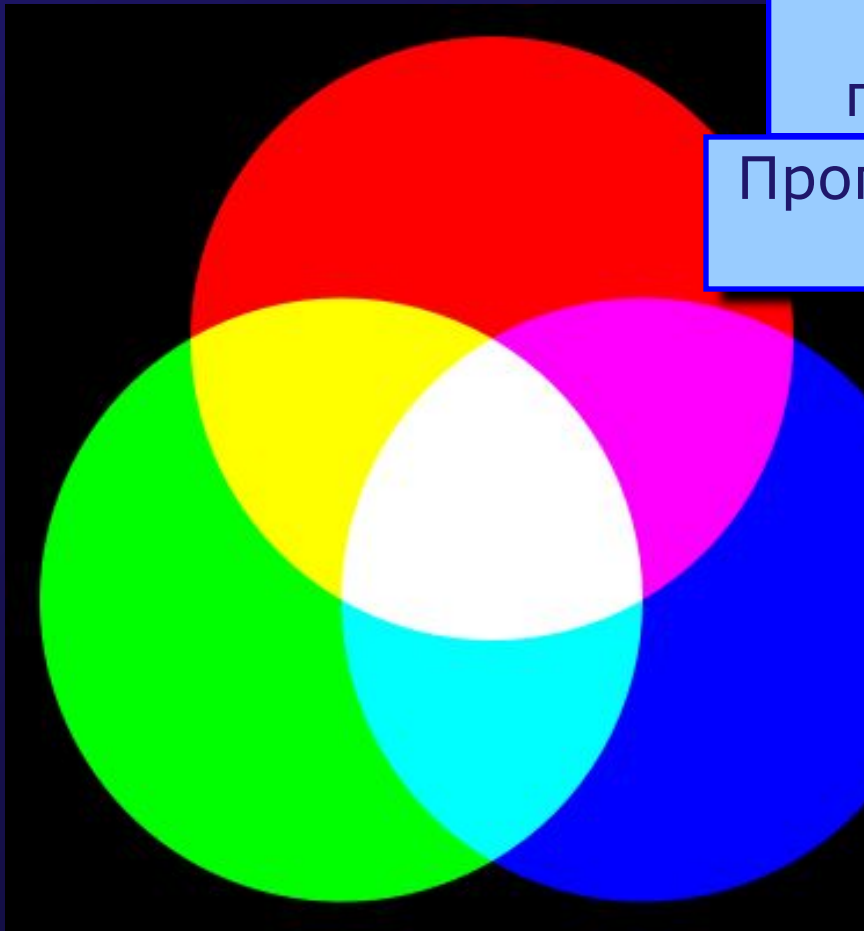


# Згадаємо: Моделі представлення кольору

## Адитивна та субтрактивна тріади

Випромінювання світла  
пропорційно деякому сигналу

Пропускання світла пропорційно  
деякому сигналу

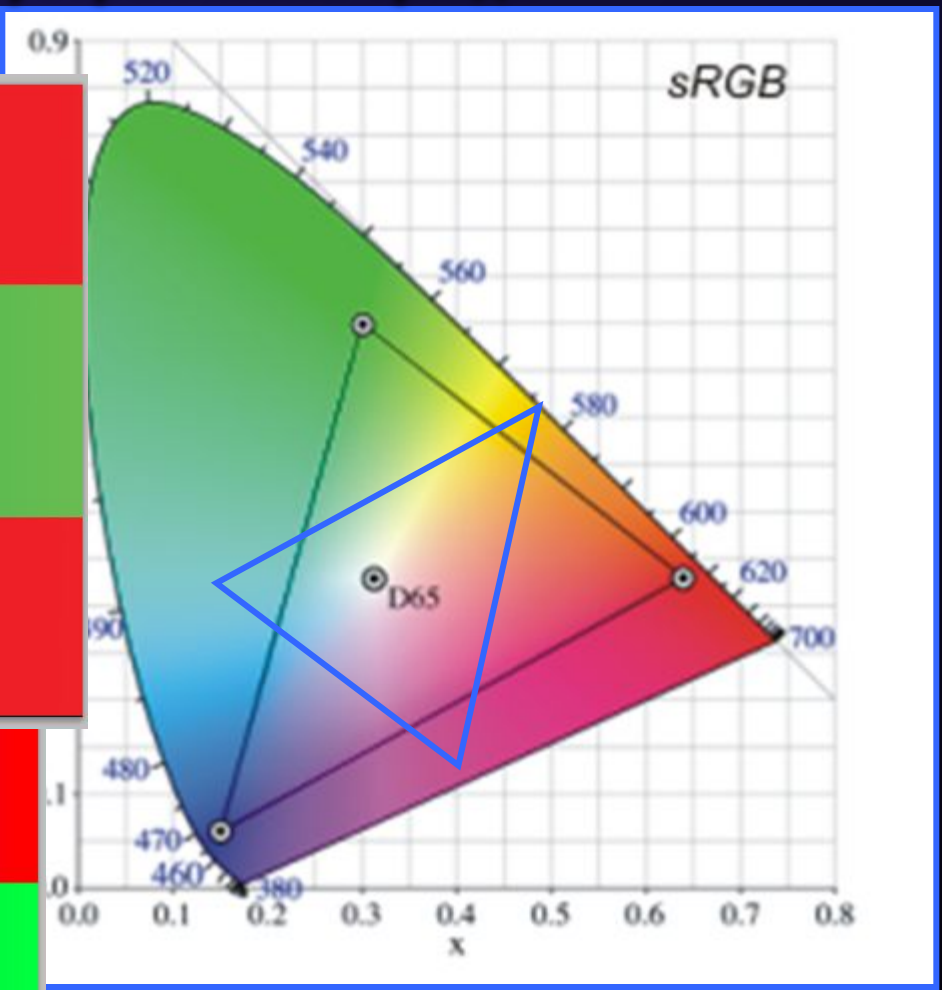
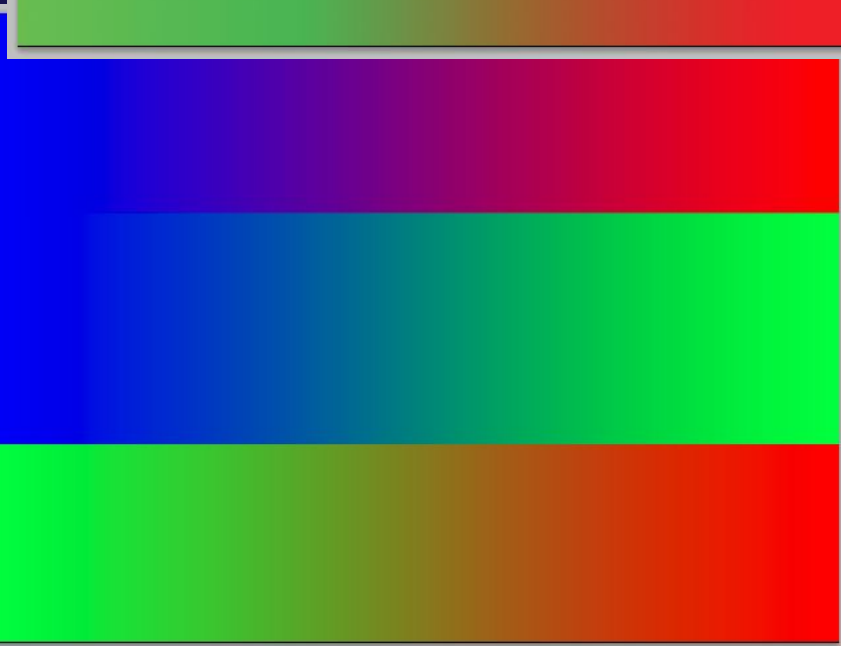
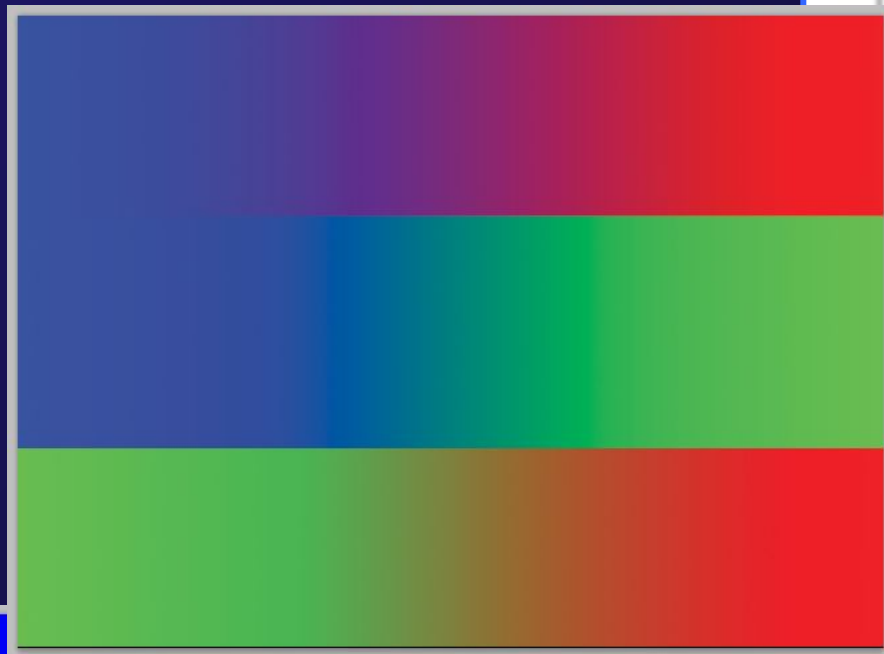


Поглинання світла пропорційно  
деякому сигналу



# Згадаємо: Моделі представлення кольору

## Адитивна та субтрактивна тріади



# Засоби оптичного друку

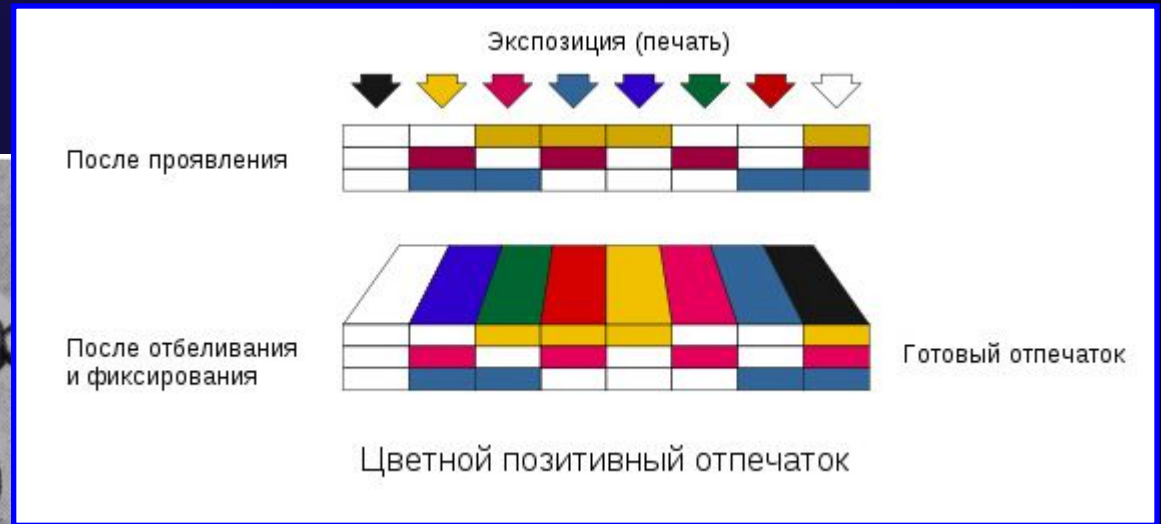
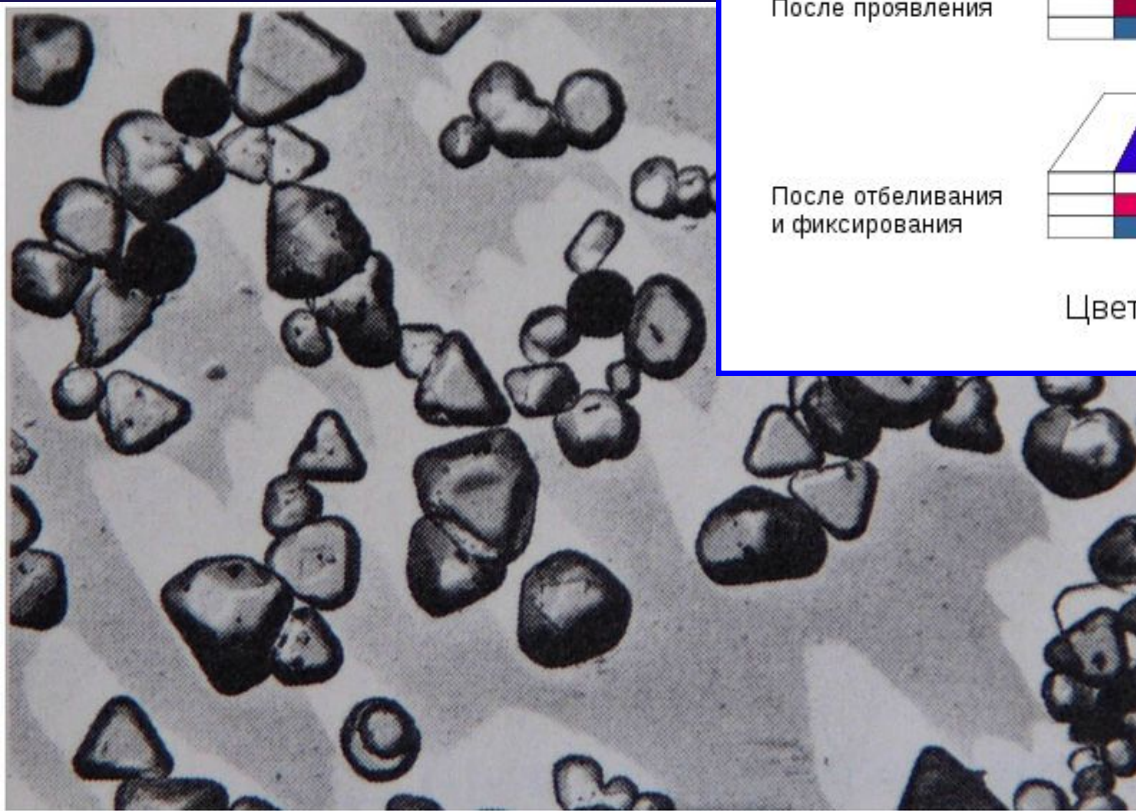




**Згадаємо:**

# Засоби оптичного друку Носій (фотоплівка)

**Фотоемульсійний шар** або світлочутливий шар — суспензія світлочутливих мікрокристалів (зерен) галогеніду срібла в твердому розчині захисного колоїду, найчастіше фотографічної желатини



# Засоби оптичного друку



**В медичних інтроскопічних системах використовується друк в градаціях сірого на прозору плівку (мультиформатні камери)**





# Медичні принтери

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Фототермография

### ЭКСПОНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Инфракрасный лазерный диод с длиной волны 810 нм

### КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Пространственное разрешение-325dpi  
14 бит, 16384 оттенков серого  
Dmax 3,1

### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

До 75 пленок в час  
Первый снимок через 80 сек

### ФОРМАТЫ ПЛЕНОК

35x43 см (14x17")  
35x35 см (14x14")  
28x35 см (11x14")  
25x30 см (10x12")  
20x25 см (8x10")

## ПЛЕНКА

Инфракрасная лазерная пленка KODAK DRY VIEW с максимумом сенсibilизации 810 нм на синей (DVB) или прозрачной (DVC) основе толщиной 0,18 мм. Упаковка в специальные светозащитные картриджи по 100 листов. Срок хранения пленок более 100 лет.

## ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Встроенный DICOM интерфейс.  
Конвертация при помощи PACS link MIM200 цифровых и видео данных в DICOM

## СЕТЬ

10/100BaseT Ethernet

## УСЛОВИЯ

### ЭКСПЛУАТАЦИИ

Температура: от 15° до 35°С

Относительная влажность: от 20 до 85%

## ГАБАРИТЫ

Длина: 62 см  
Ширина: 62 см  
Высота: 66 см

## МАССА

70 кг

## ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

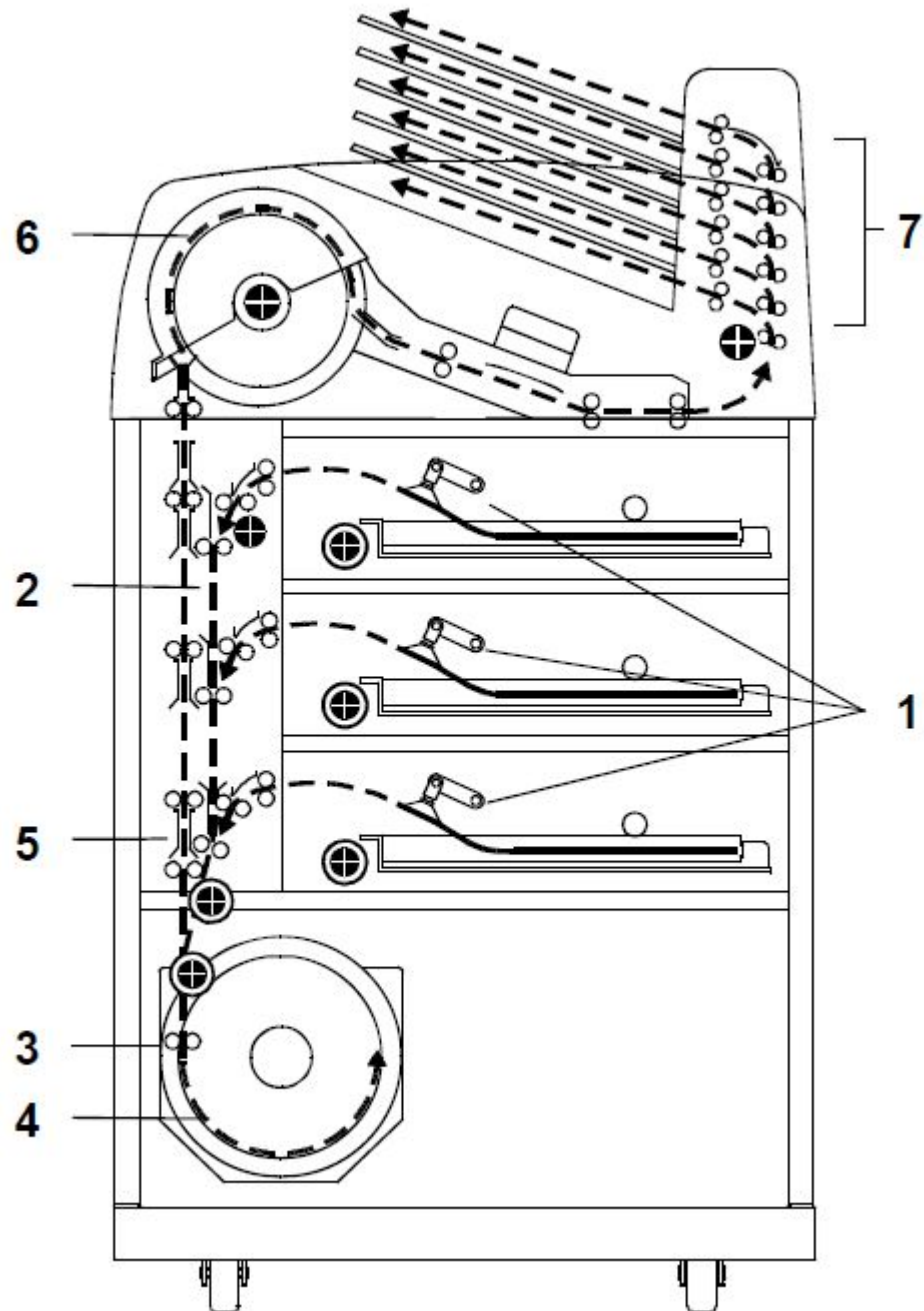
Рабочее напряжение: 230 В , 50-60 Гц  
Потребляемый ток: макс.9 А

средство печати для рабочих станций PACS, CT, MR, NM, US, DR.





# Медичні принтери



# Медичні принтери



## DryPix FM-DP L

Лазерный принтер DryPix FM-DP L сочетает в себе прецизионный лазер для записи данных на фоточувствительную пленку и последующее термическое закрепление изображения.

Особенности принтера:

- отсутствие запаха - благодаря использованию системы сухой обработки пленки не выделяется неприятный запах;



## DryPix 3000

Компактный настольный прибор, использующий передовую технологию фирмы Fujifilm - Dura Therm для печати изображений, полученных от медицинских диагностических систем.

Особенности принтера:

- компактность - использование принципа термопечати позволяет упростить печатающий механизм и сделать прибор очень компактным  
встроенная плата DICOM уменьшает стоимость принтера и позволяет использовать принтер без сервера печати, что значительно экономит

пространство помещения;

- автоматический контроль плотности - прибор автоматически производит все регулировки, освобождая оператора от ручной установки параметров;
- бесшумность - печатающий механизм и мотор не создают шума, это позволяет поместить прибор рядом с оператором, не причиняя ему дискомфорта;
- формат пленки 35 x 43см;
- скорость печати - 50 пленок/час;
- гарантийный срок службы печатающей головки 3 года или 50000 пленок.

шума, это  
ияя ему

во

ки  
ой



# Друк фарбниками на папері





# Обмеження динамічного діапазону

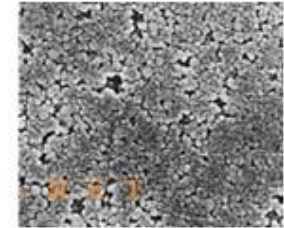
## Папір та фарби



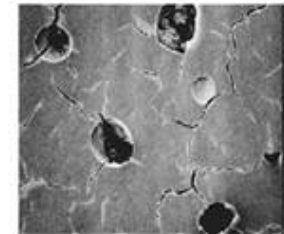
## Фотобумага – технологія

Расходка.NET

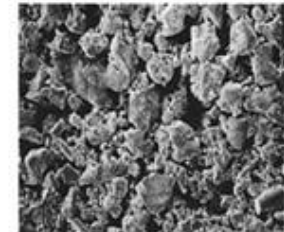
### Микропористая



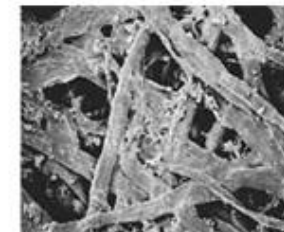
### Глянцевая



### Матовая

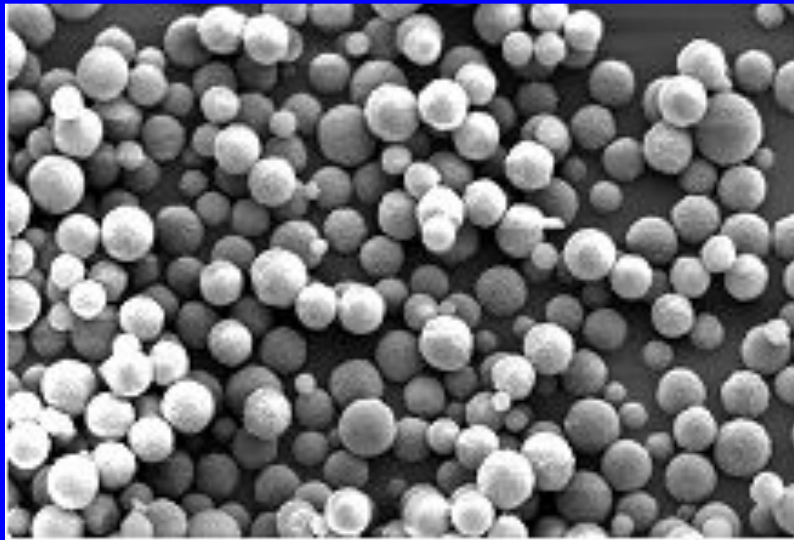


### Без покрытия

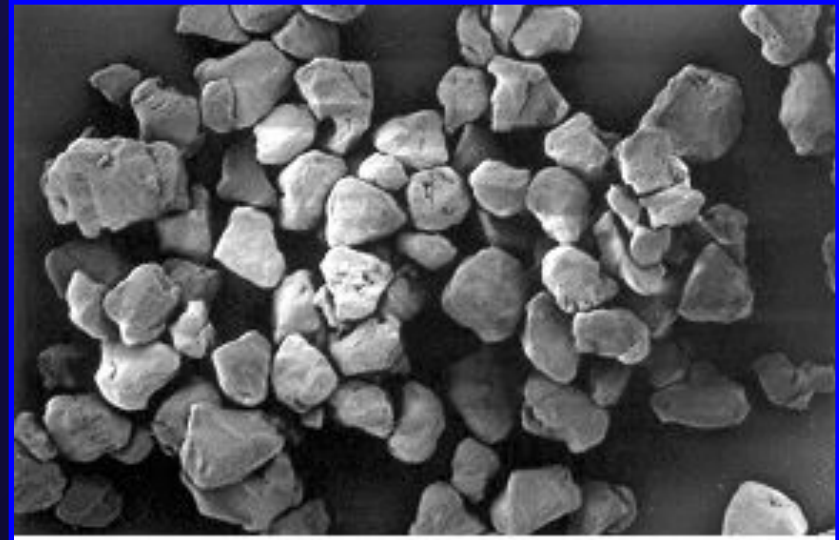


# Обмеження динамічного діапазону

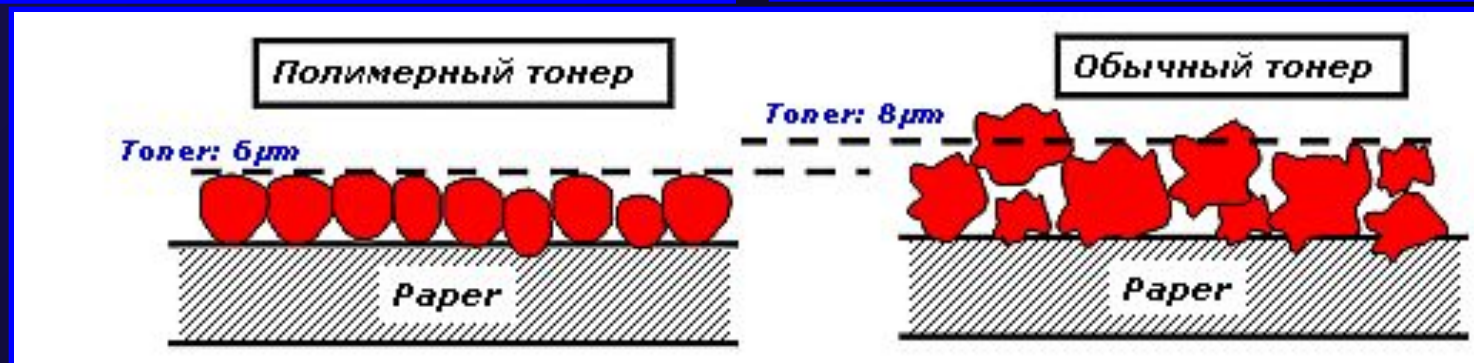
## Твердий тонер



Полимерний тонер



Обычний тонер



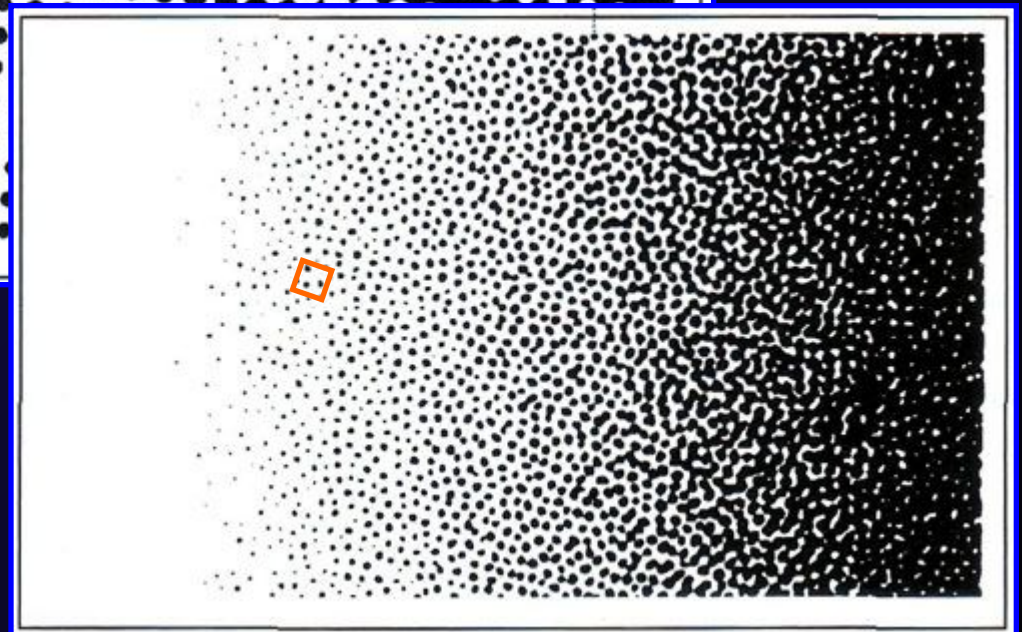
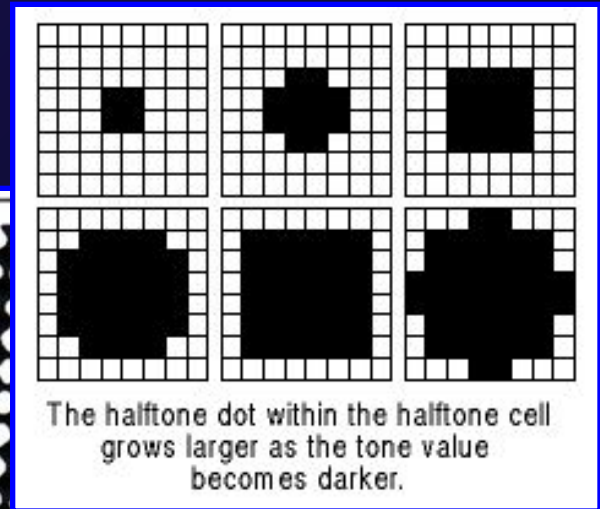
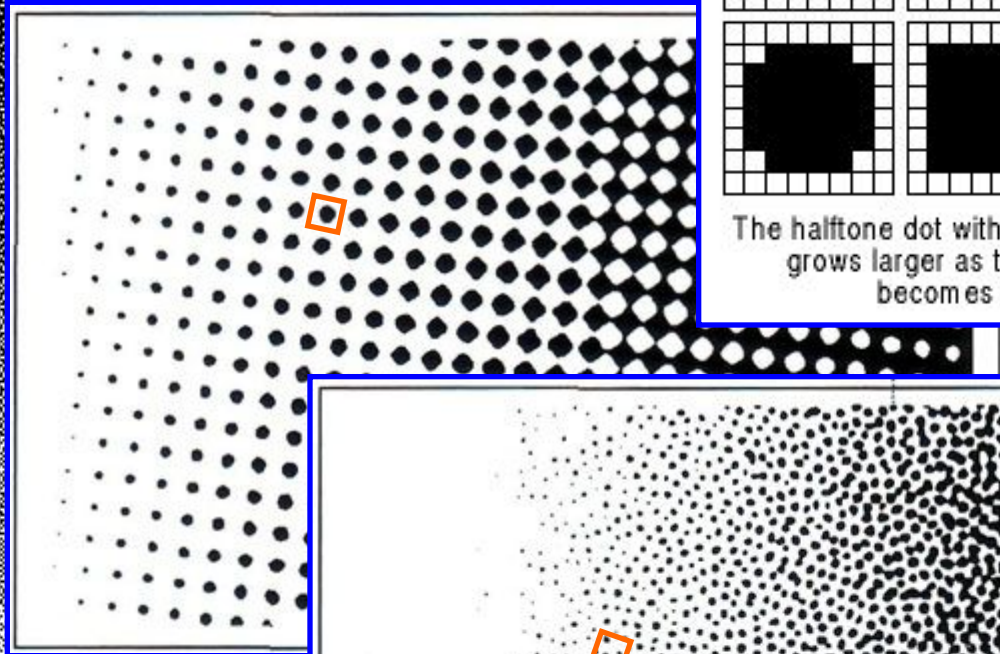
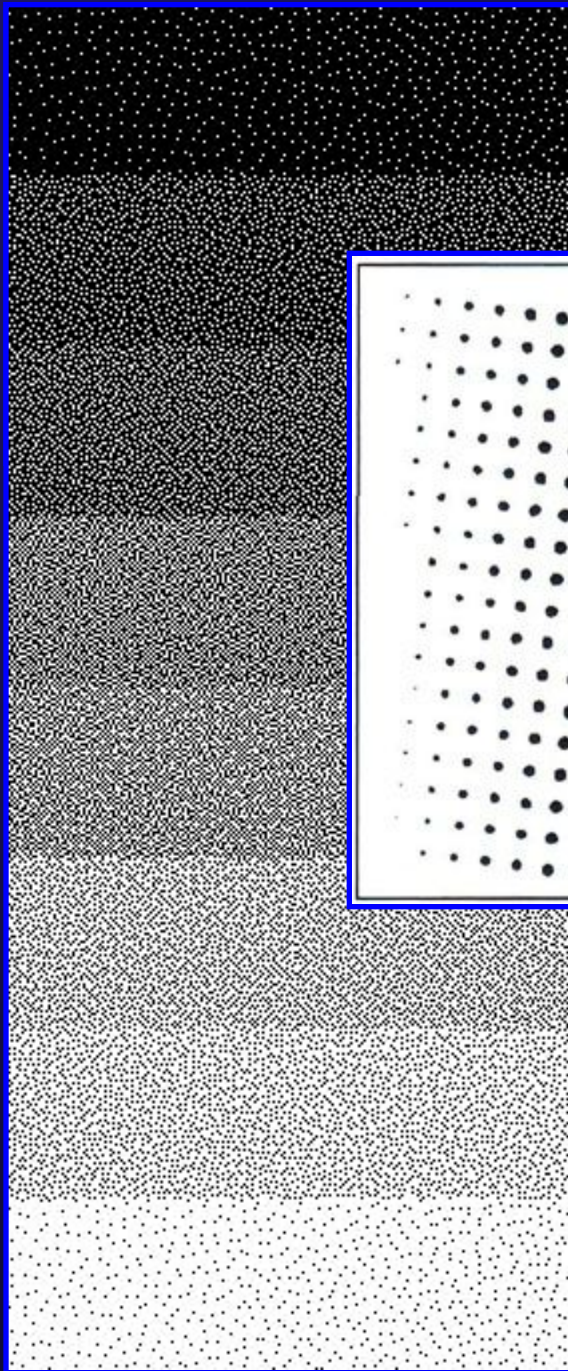
# Методи формування напівтонів





# Методи формування напівтонів

## Матриця дизерингу





# Методи формування напівтонів

## Алгоритми дизерінгу (халфтонінгу)- Dithering (Halftoning)



**Дизеринг (англ. *dither*— тремтіти)**

При обробці цифрових сигналів є підмішуванням в первинний сигнал псевдовипадкового шуму із спеціально підібраним спектром. Застосовується при обробці цифрового звуку, відео і графіки



**Random**

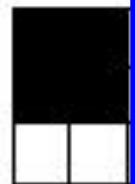
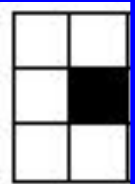
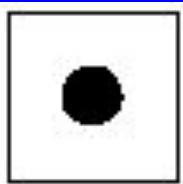
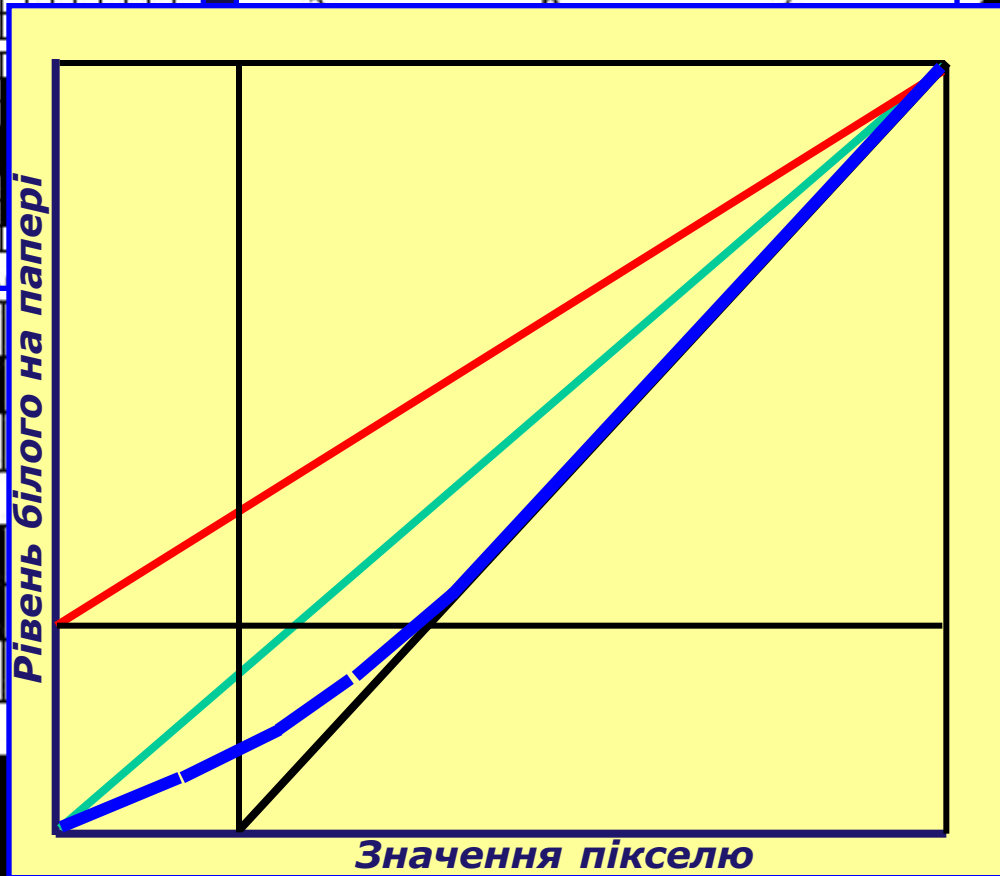
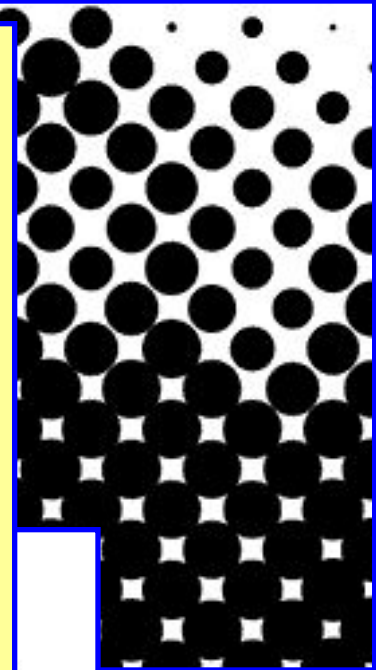
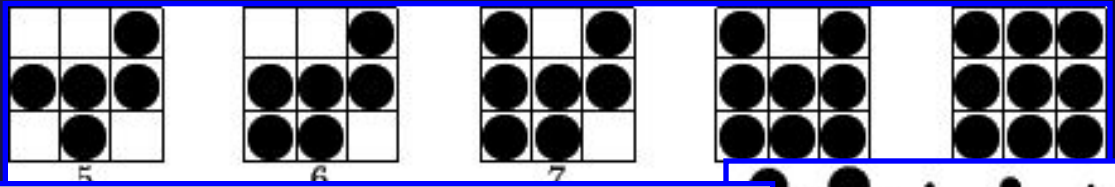
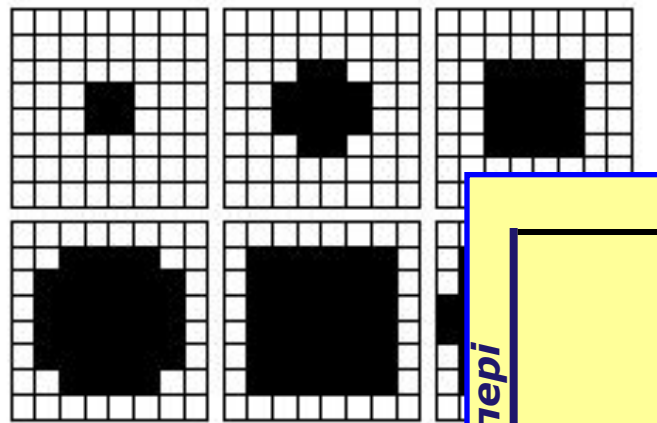


**Halftone**



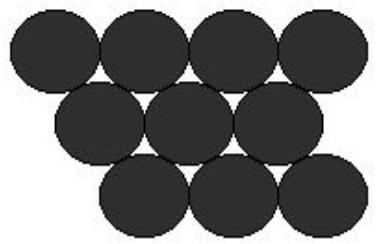
**Bayer (ordered)**

# Методи формування напівтонів



Halftoning

Digital halftoning

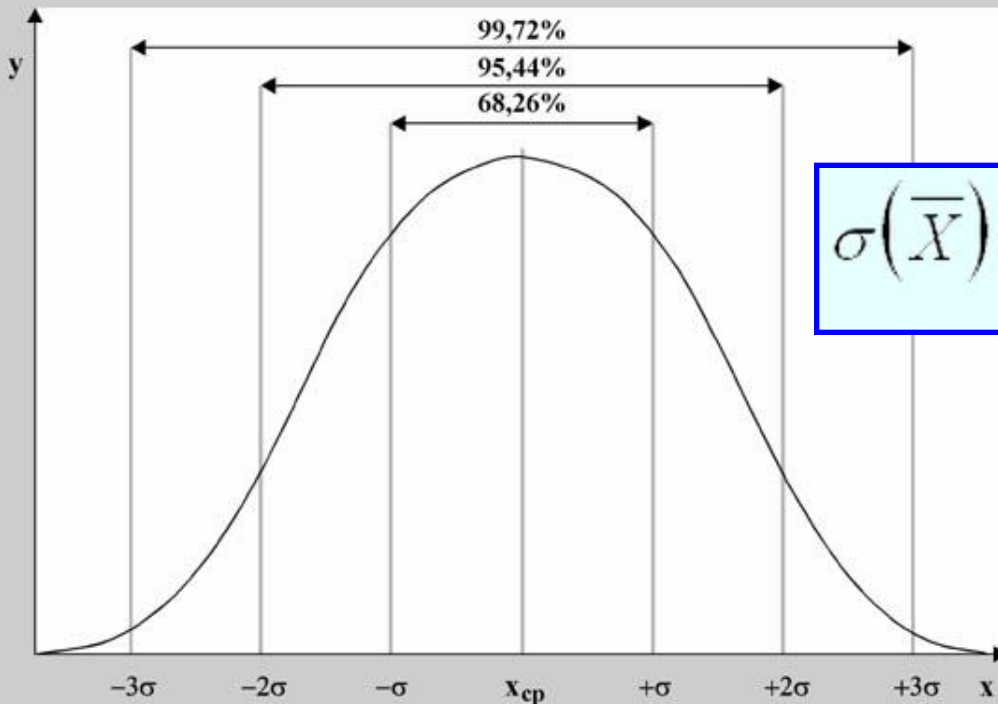


# Методи формування напівтонів

1200 dpi відповідає розміру точки принтера 20 мкм

Розмір частинок твердого тонера: 3-10 мкм

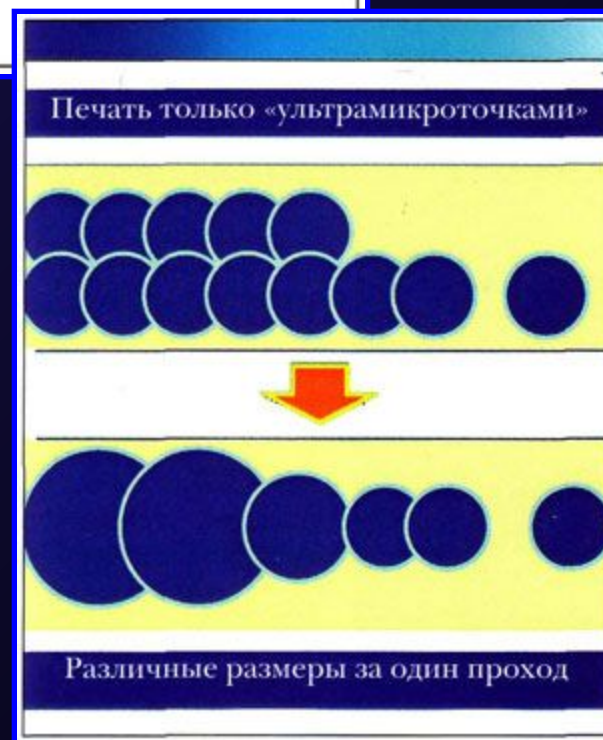
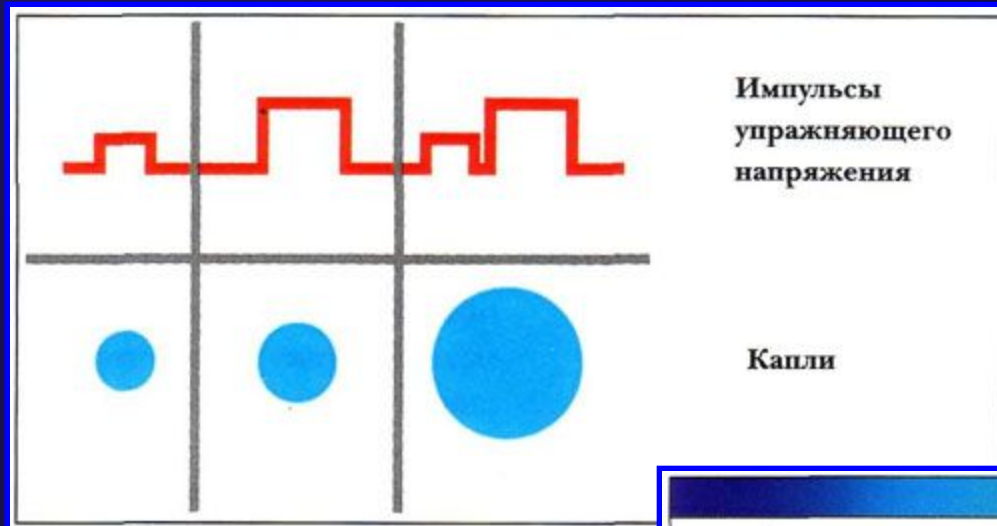
Розмір краплі чорнил: 1-2 пл, що відповідає 1-2 мкм



$$\sigma(\bar{X}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



# Методи формування напівтонів



# Методи формування напівтонів

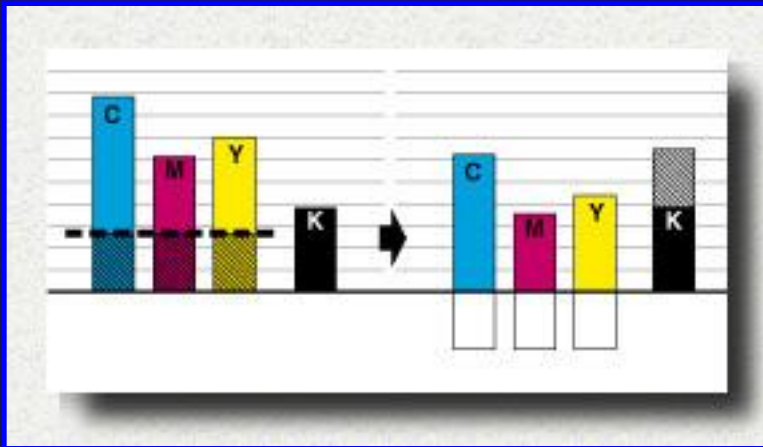
Кольорова матриці дзерингу фактично є накладанням трьох матриць. При цьому враховується прозорість фарбника





# Методи формування напівтонів

## Порівняння наборів фарбників, які використовуються для друку



Четырехкрасочная схема	
Canon ContrastPLUS	
Шестикрасочная схема	
HP PhotoREt Pro (8 красок)	
HP PhotoREt Pro (9 красок)	
Canon ChromaPLUS	
EPSON UltraChrome	
EPSON UltraChrome Hi-Gloss	
EPSON UltraChrome K3	

# Роздільна здатність друку

**Визначається:**

- розмірами мінімальної плями фарбника**
- розмірами матриці дзерингу (кількістю потрібних напівтонів, кількістю та прозорістю фарбників, принципом нанесення фарбника )**

## Динамічний діапазон друку

**Визначається:**

- Розкидом розмірів плями фарбника**
- Розміром плями фарбника по відношенню до розмірів пікселя**
- Однорідністю паперу**





# Засоби фарбникового друку



# Засоби фарбникового друку

## Лазерні/LED - принтери



Невеликий динамічний діапазон

Помірна кольоропередача

Стійкість відбитку

Висока швидкість

Мала ціна сторінки (?)

Висока ємність картриджу



# Засоби фарбникового друку

## Струменеві принтери

динамічний діапазон

льоропередача

тійкість до УФ

дкість



пластины



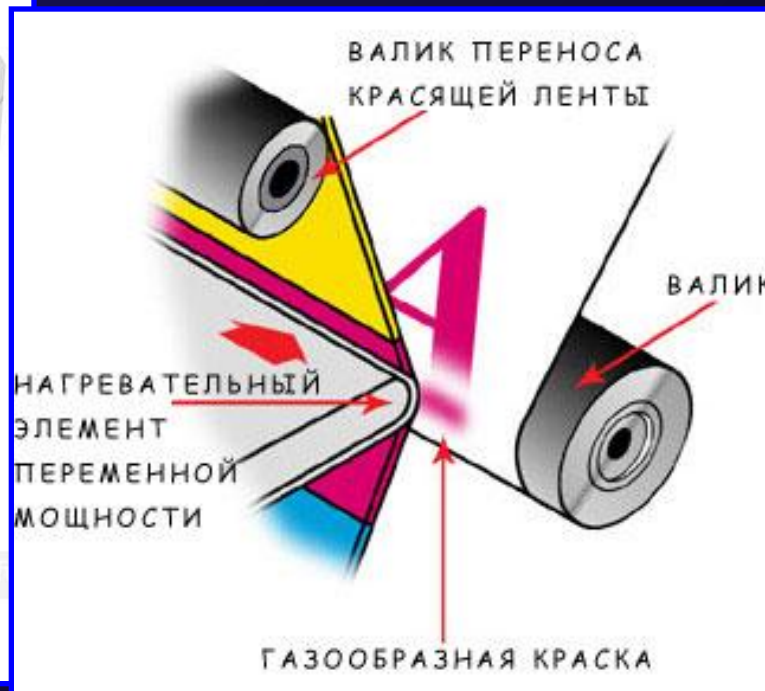
Дюзы

Чернильный  
контейнер



# Засоби фарбникового друку

## Сублімаційні принтери



Як витратні матеріали використовуються картриджи з плівкою, яка схожа на листи кольорового целофану різного кольору, склеєні між собою по краях. У цій плівці поміщені шари твердого фарбника основних кольорів.

При нагріві фарбник випаровується з плівки, миттєво переходячи з твердого стану в газоподібний, минувши рідкий – такий перехід і називається сублімацією. Отримана в результаті сублімації хмарка газоподібного фарбника осідає на папері



# Засоби фарбникового друку

## Сублімаційні принтери



**Високий динамічний діапазон**

**Дуже якісна кольоропередача**

**Висока стійкість**

**Дуже мала швидкість**

**Висока ціна сторінки**

**Низька ємність картриджу**

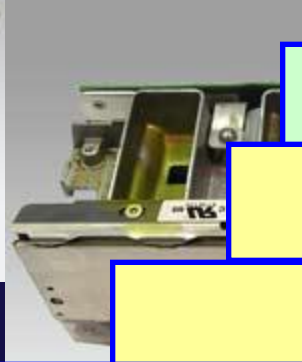
**Для додаткового захисту, зокрема від ультрафіолетового випромінювання і відбитків пальців, папір часто покривається спеціальною плівкою.**

**Друк здійснюється в декілька проходів, оскільки на папір необхідно перенести декілька фарбників**



# Засоби фарбникового друку

## Твердочорнильні принтери



Хороший динамічний діапазон

Якісна кольоропередача

Обмежена стійкість

Мала швидкість

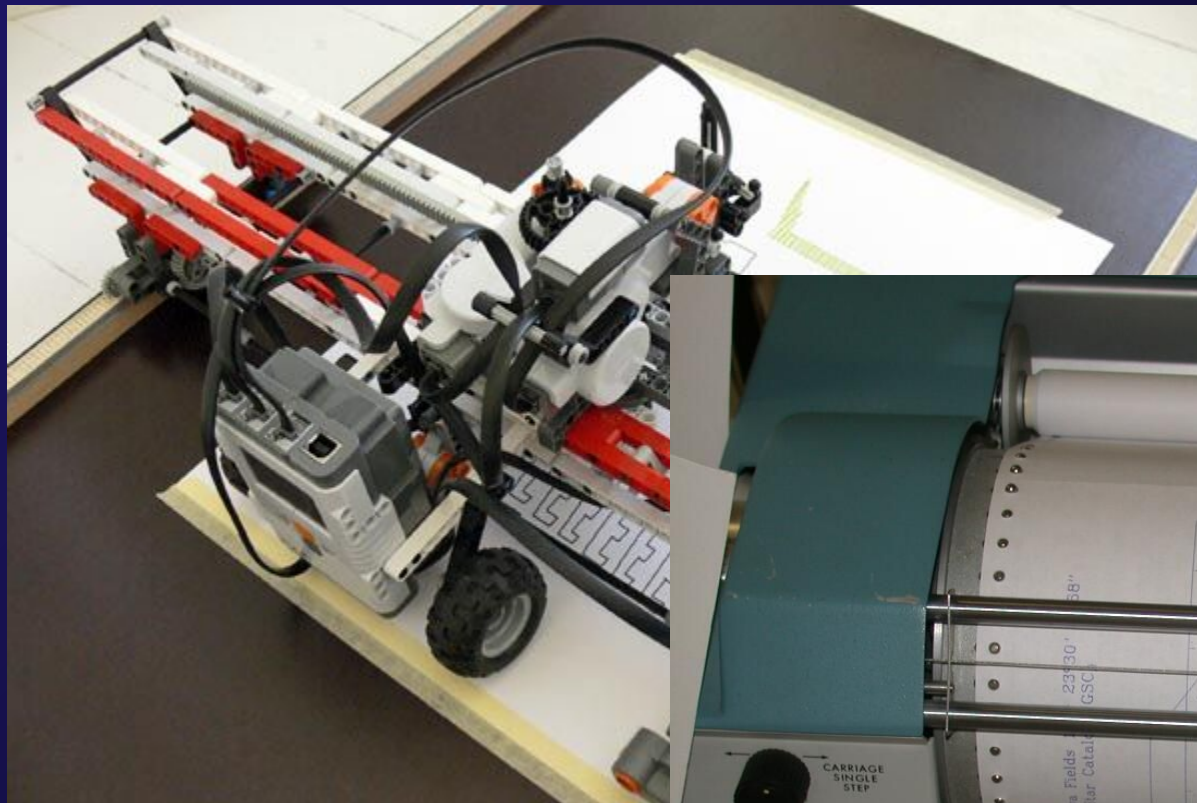
Висока ціна сторінки (?)

Низька роздільна здатність



# Засоби фарбникового друку

## Плотер (єдиний "векторний" пристрій)



# Методи та засоби 3D-друку





# Методи та засоби 3D-друку

**Стереолітографія  
(SLA - Stereo Lithography Apparatus)**

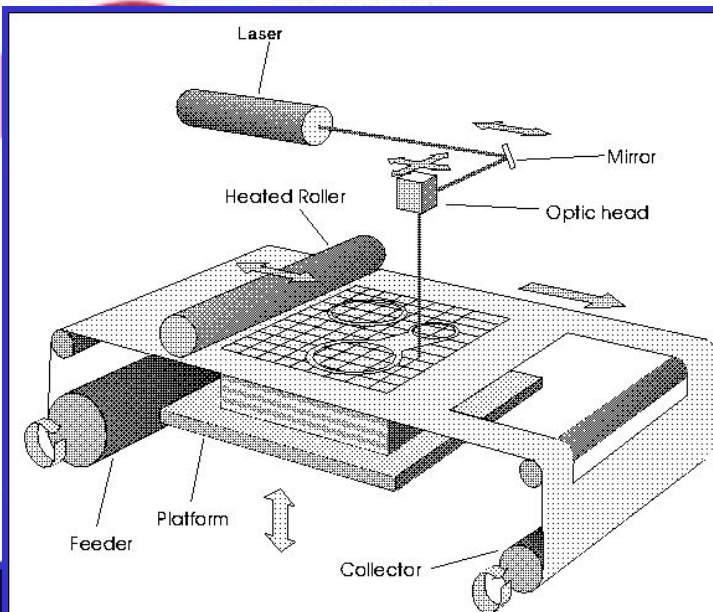
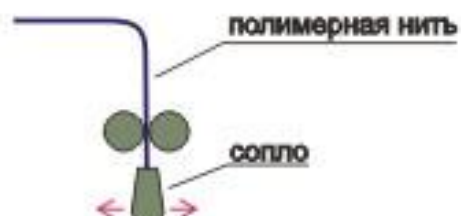
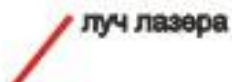
**лазерне спікання порошкових  
матеріалів  
(SLS - Selective Laser Sintering)**

**Пошарове накладання  
розплавленої полімерної нитки  
(FDM – Fused Deposition Modeling)**

**струменеве моделювання  
(Ink Jet Modelling)**

**склеювання порошку  
(binding powder by adhesives)**

**ламінування**




# Методи та засоби 3D-друку



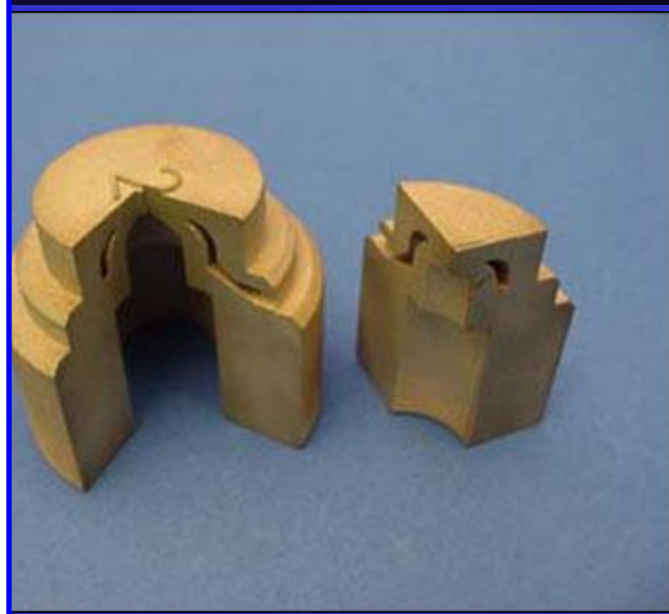
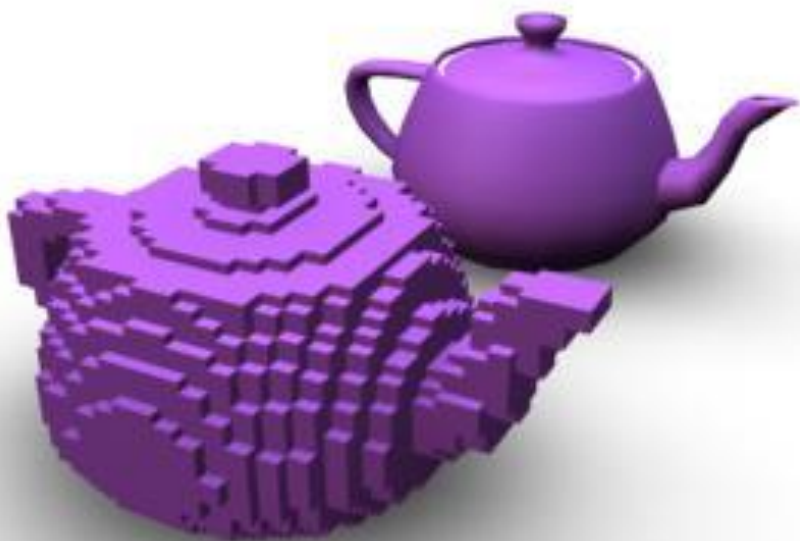
**Згадаємо:**

## **Методи та засоби 3D-друку**

- **Вóксель (Voxel)** — від слів: об'ємний *volumetric*) і піксель (*pixel*). — це елемент об'ємного зображення, що містить значення елемента на регулярній ґратці в тривимірному просторі, аналогічно пікселю у двовірному просторі

 **(Визначення !)**

**Положення вокселя задається трьома координатами (X;Y;Z)**





# Методи та засоби візуалізації (монітори)



# Cathode Ray Tube

Контрастність > 2000:1 (?)

Яскравість до 300 кд/м<sup>2</sup>

Якісна кольоропередача

Мала інерційність (?)

Хороші кути огляду

00%

• ~2%

Мерехтіння

Шкідливі фактори

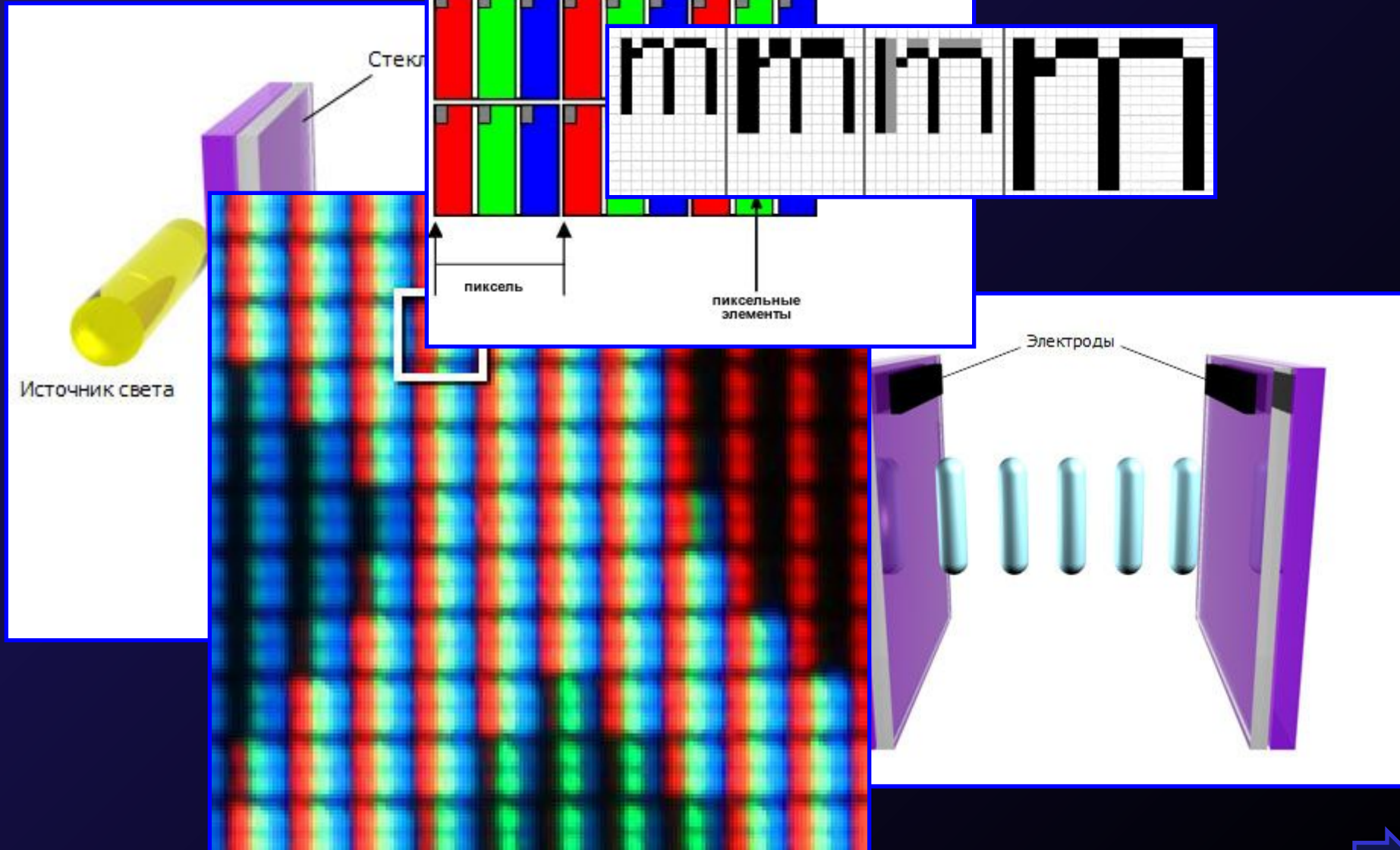
Розміри та вага

Вицвітання люмінофору



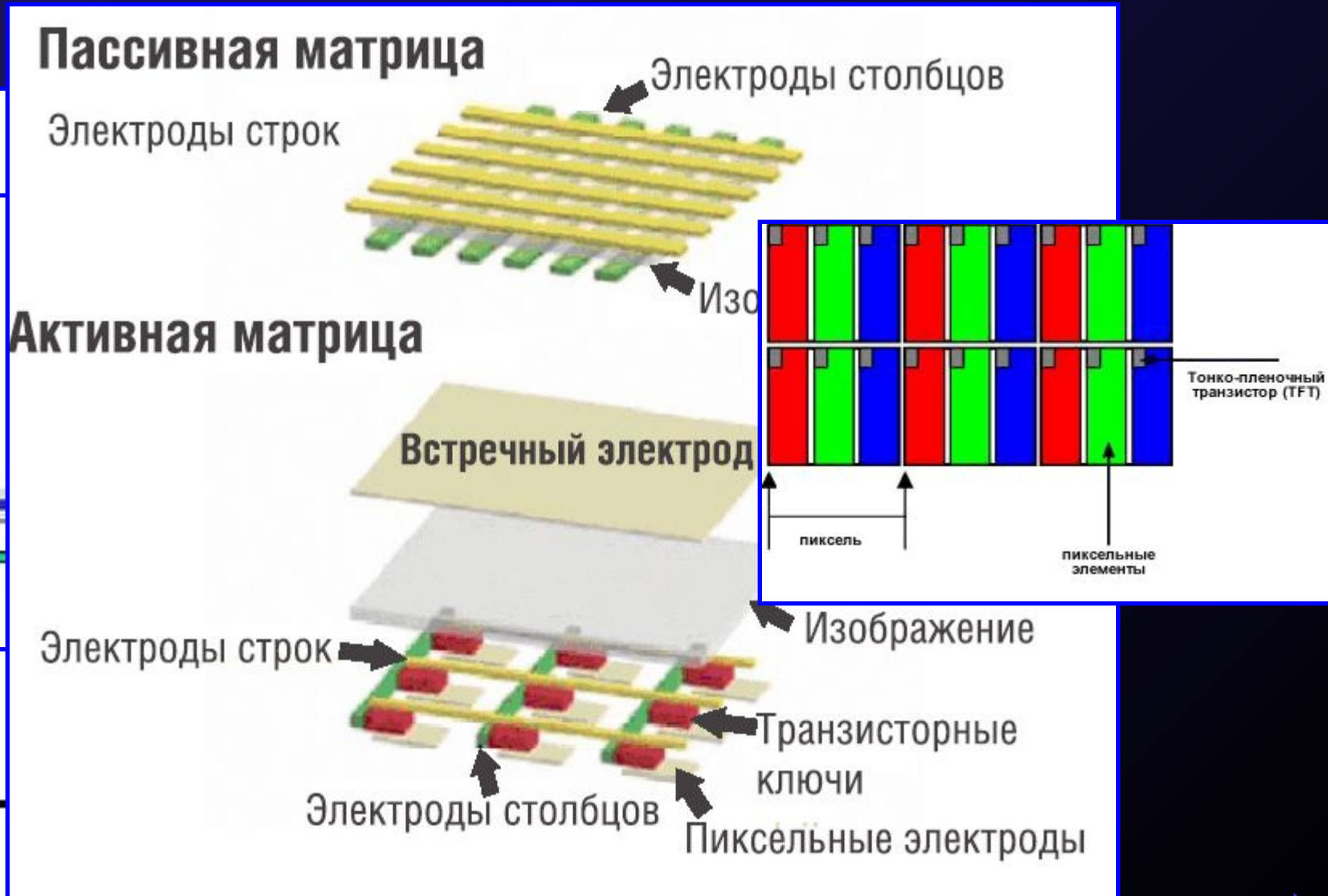
# Thin Film Transistor

## Використання рідкокристалічного оптичного затвору (Liquid Crystal Display)

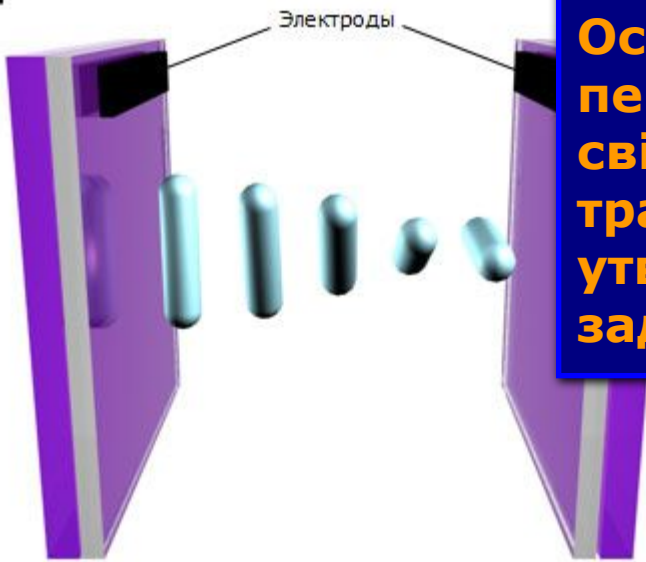




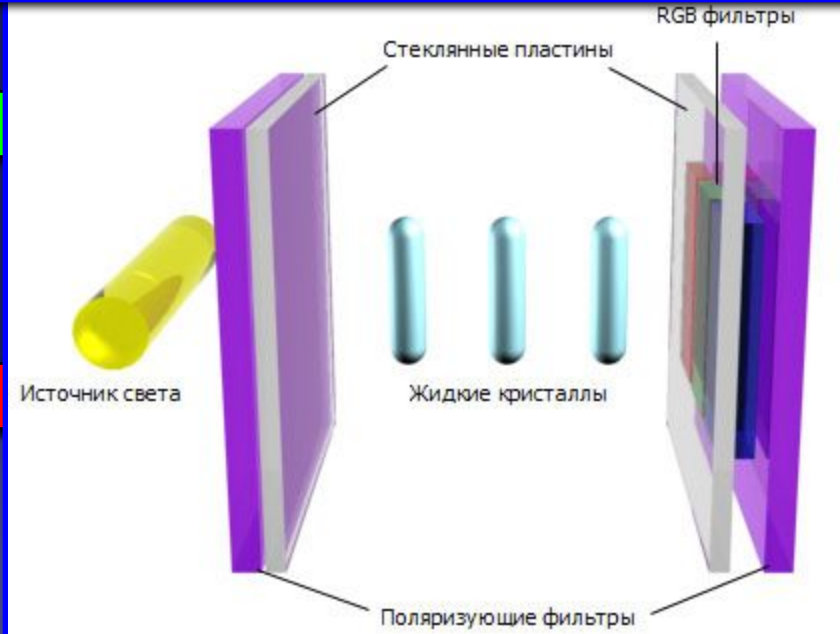
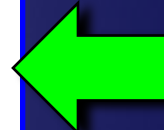
## Використання транзисторного ключа для забезпечення високої контрастності



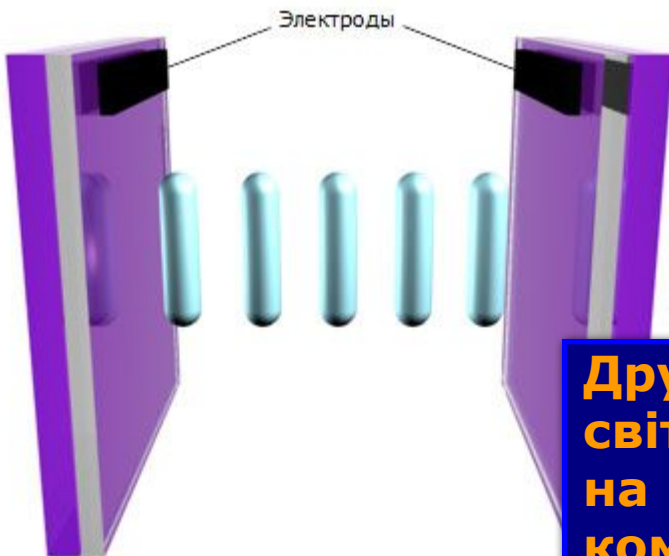
OFF



Оскільки кут поляризації другого фільтру перпендикулярний куту першого, то світло, що проходить через неактивний транзистор, без втрат виходитиме назовні, утворюючи яскраву крапку, колір якої задається світловим фільтром



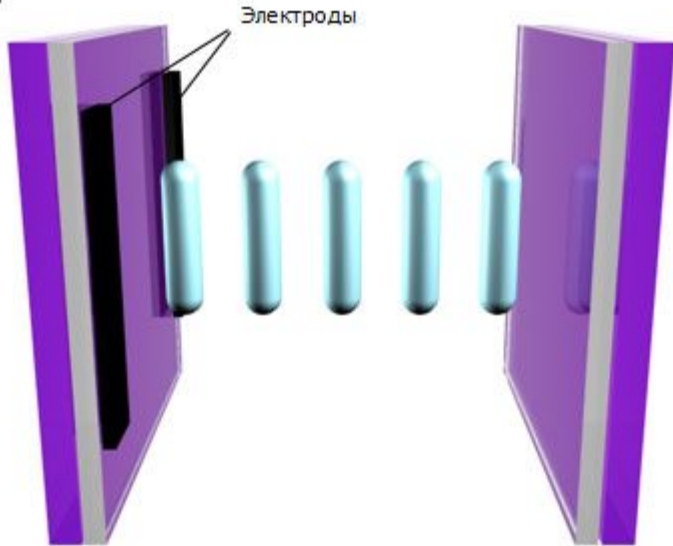
ON



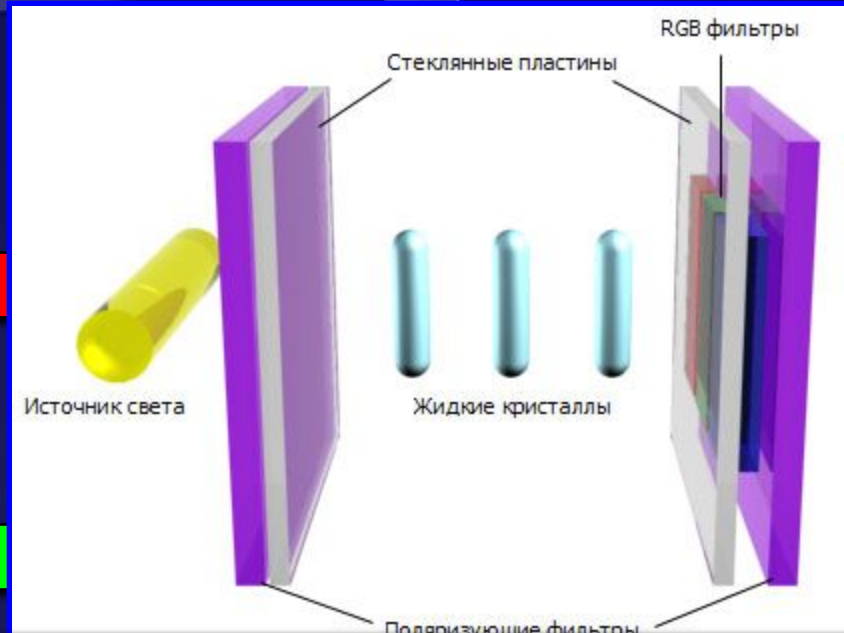
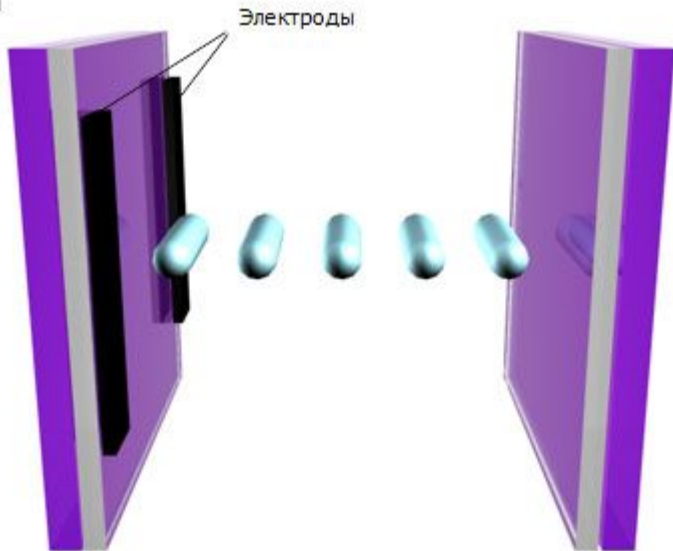
Другий поляризуючий фільтр поглинає світло повністю, створюючи чорну крапку на місці однієї з трьох колірних компонент



OFF

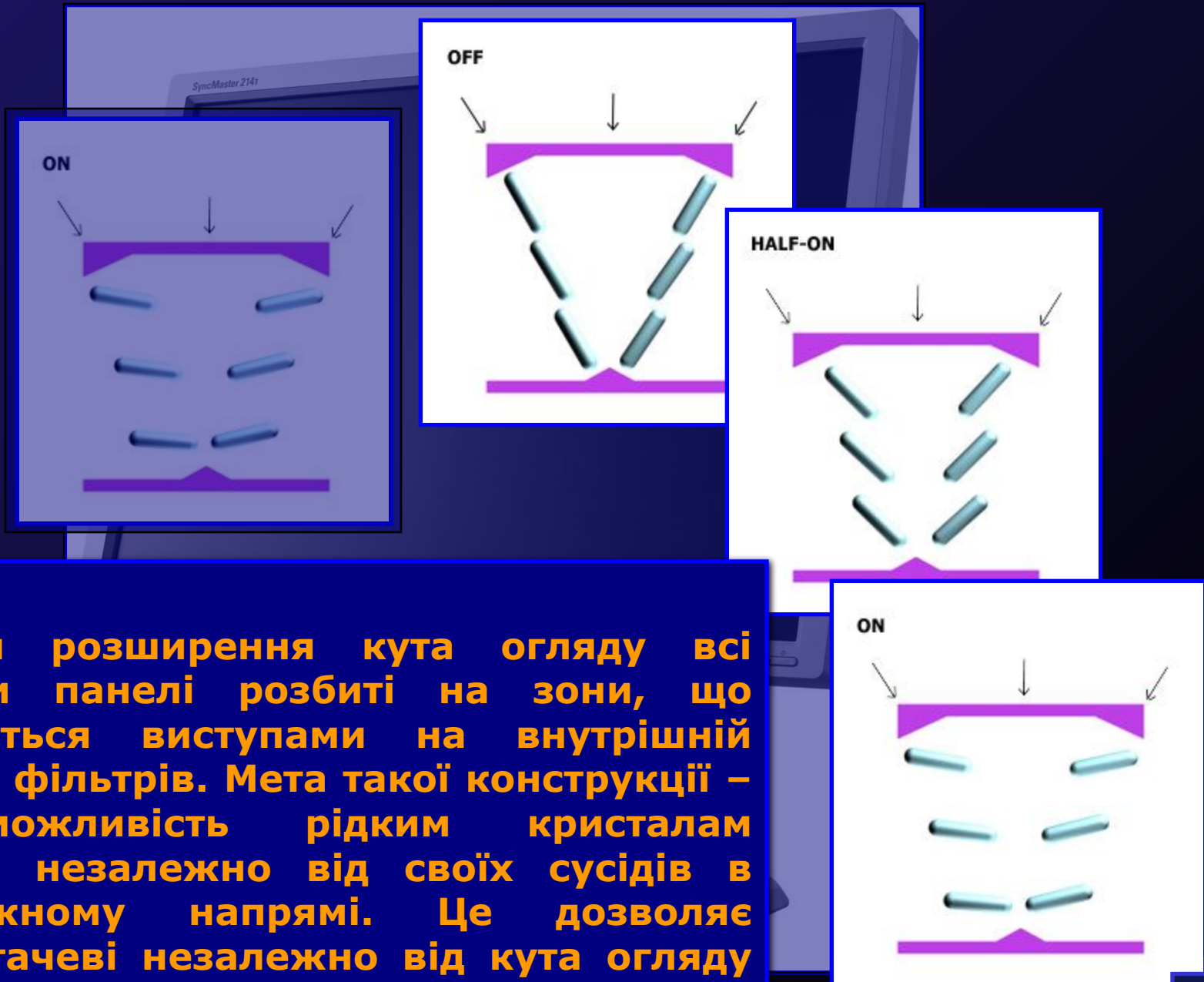


ON



IPS-матрица розроблена компанією Hitachi. Вона дозволила розширити кут огляду до приблизно 170 градусів за рахунок більш точного механізму управління орієнтацією рідких кристалів, що і є її головним досягненням. Такий важливий параметр як контрастність залишився на старому рівні TN TFT, а час відгуку навіть став більшим





### Fujitsu:

для розширення кута огляду всі елементи панелі розбиті на зони, що утворюються виступами на внутрішній поверхні фільтрів. Мета такої конструкції – дати можливість рідким кристалам рухатися незалежно від своїх сусідів в протилежному напрямі. Це дозволяє спостерігачеві незалежно від кута огляду бачити один і той же відтінок кольору

# TFT

Динамічна - до 10 000:1

Контрастність до 2000:1

Яскравість до 300-500 кд/м<sup>2</sup>

Прийнятна кольоропередача

Інерційність 2-5 мс

Кути огляду до 160°-170° (?)

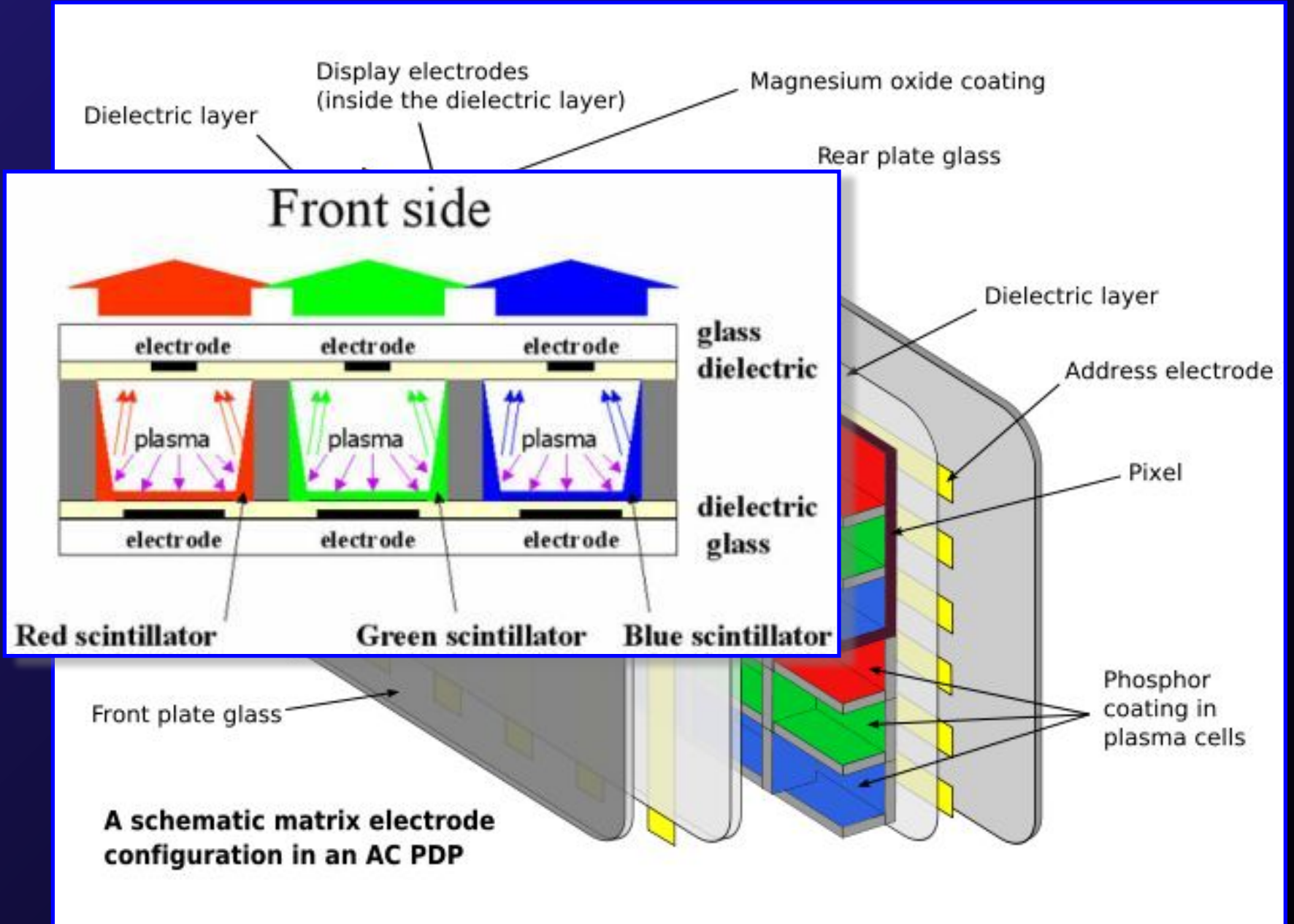
Відсутність мерехтіння (?)

Час життя 60 000 годин

Розмір пікселя - 0.1-0.3 мм



# Plasma Display Panel





## Люмінофори:

- Зелений:  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}_{2+}$  /  $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}_{2+}$
- Червоний:  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}_{3+}$  /  $\text{Y}_{0,65}\text{Gd}_{0,35}\text{BO}_3:\text{Eu}_3$
- Синій:  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}_{2+}$

В плазмових панелях є характерна властивість: великий розмір пікселів. Досягти розміру пікселя менше приблизно 0,5 мм практично неможливо. Тому плазмові панелі з діагоналлю менше 32" (82 см) просто не існують. Для забезпечення прийняттого розрізнення у виробників плазмових панелей немає іншого вибору, окрім як підвищувати розмір з 32 до 65 дюймів (з 82 до 166 см)

Для випромінювання світла піксель плазми вимагає електричного розряду. Він може або горіти, або не горіти, але проміжного стану немає. Тому для управління яскравістю світіння використовують метод широтно-імпульсної модуляції

# PDP

Контрастність до 10 000:1

Яскравість до 1500 кд/м<sup>2</sup>

Якісна кольоропередача

Інерційність відсутня

Кути огляду 180°

Відсутність мерехтіння (?)

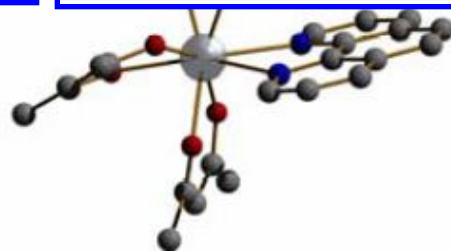
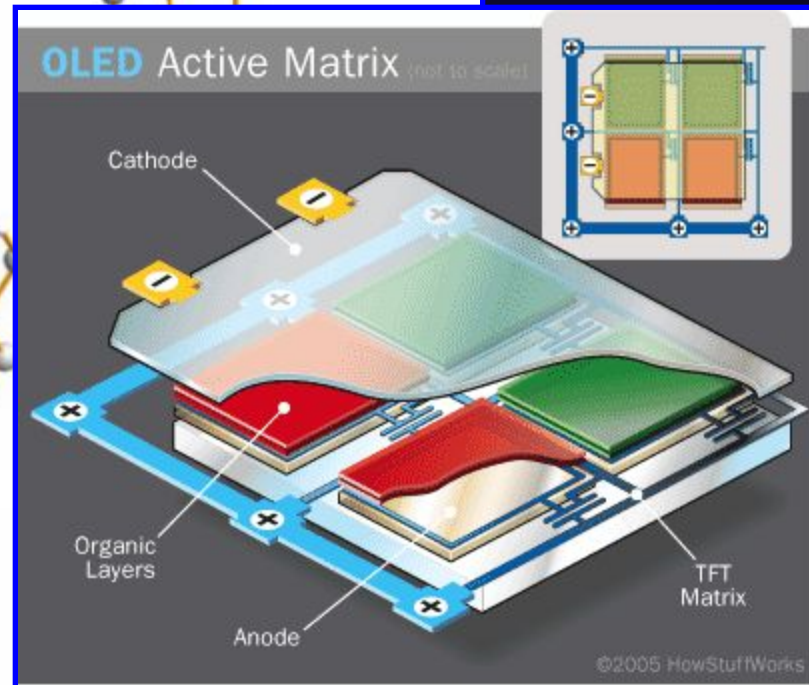
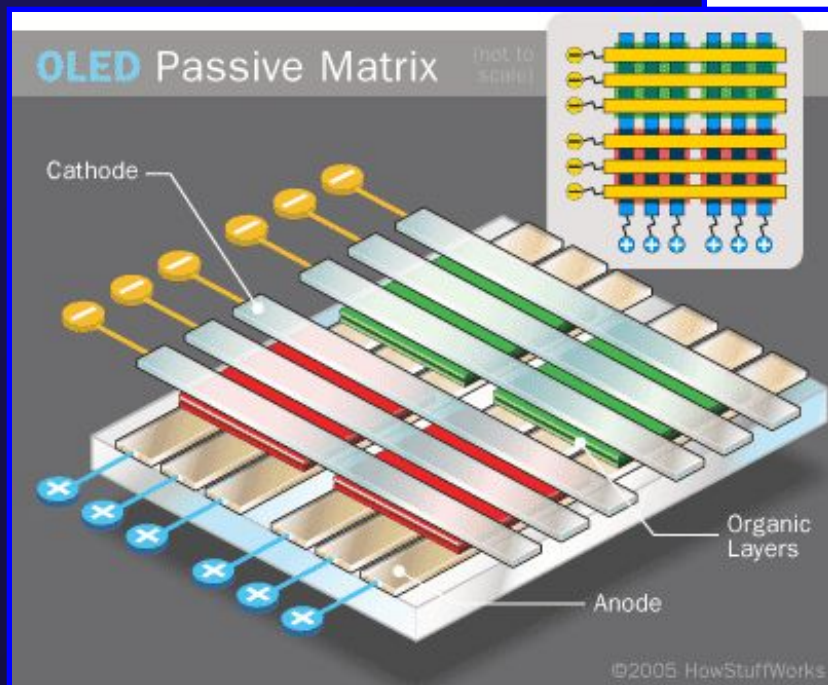
Час життя 30 000 годин (?)

Розмір пікселя - 0.5-0.6 мм



# Organic Light Emitting Diode

ТОНКОПЛІВКОВІ СВІТЛОДІОДИ, В ЯКИХ ЯК ВИПРОМІНЮЮЧІЙ ШАР ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ



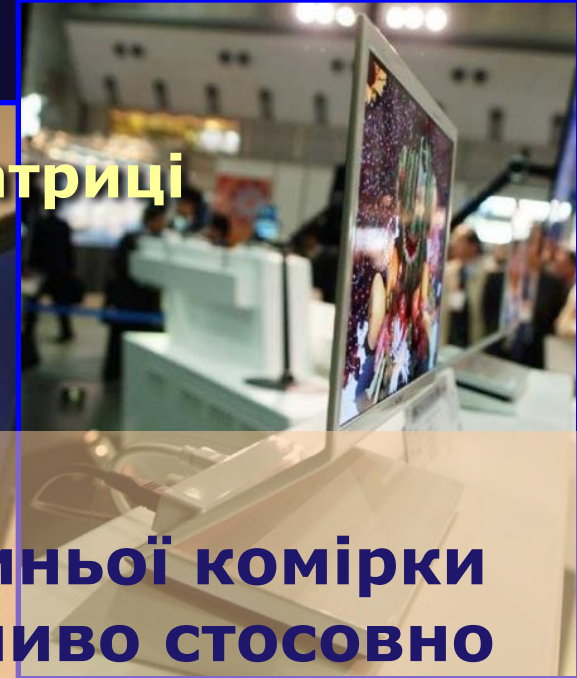
$\text{Tb}(\text{acac})_3\text{Phen}$





## Переваги:

- економічність
- висока якість зображення (колір, контрастність, яскравість)
- товщина матриці близько 3 мм
- великі кути огляду
- можливість реалізації гнучкої матриці



## Недоліки:

- малий час життя, особливо синьої комірки
- технологічні проблеми, особливо стосовно великих матриць



# OLED

Контрастність до 1000 000:1

Яскравість до 100 000 кд/м<sup>2</sup>

Якісна кольоропередача

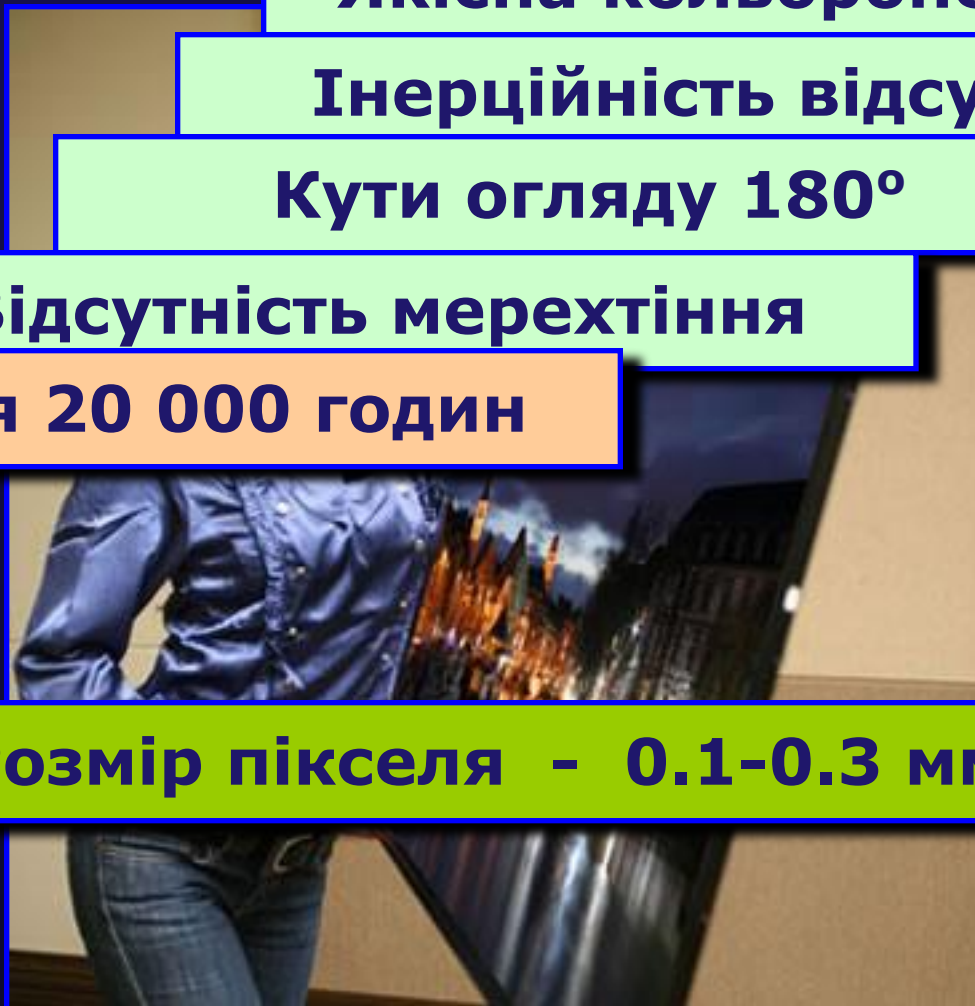
Інерційність відсутня

Кути огляду 180°

Відсутність мерехтіння

Час життя 20 000 годин

Розмір пікселя - 0.1-0.3 мм

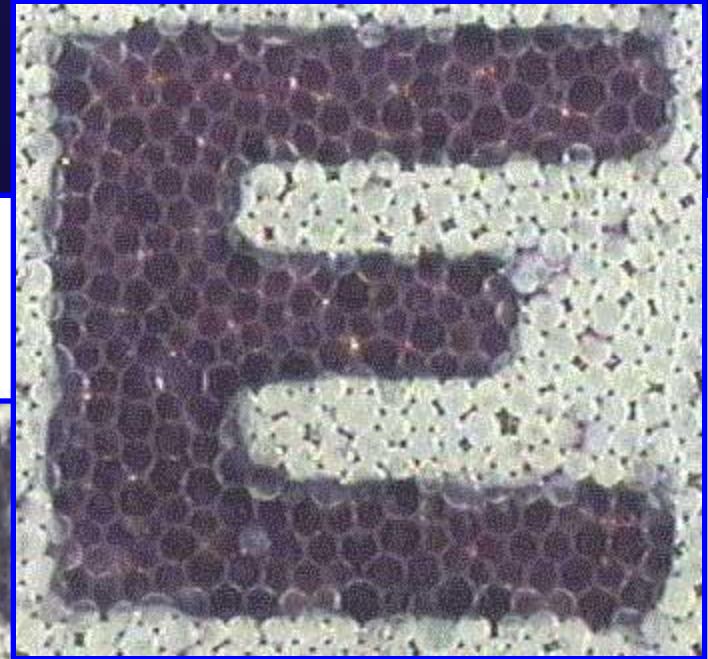




# E-ink

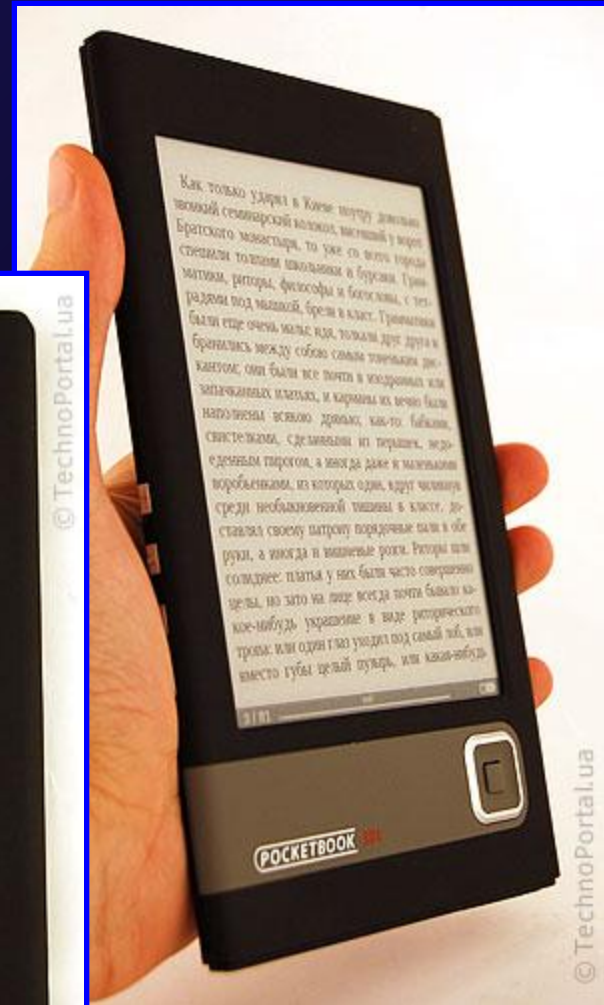
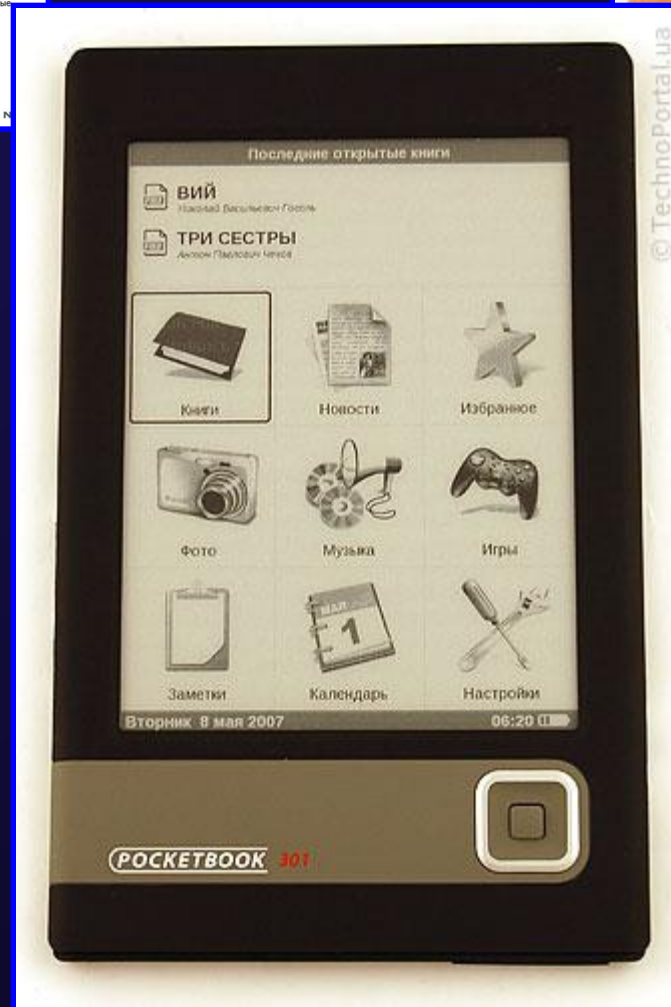
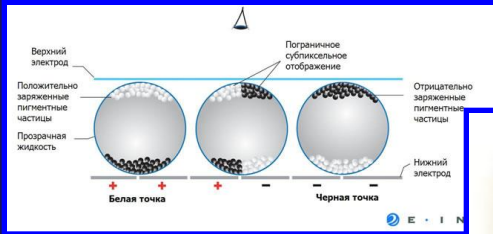


Верхний

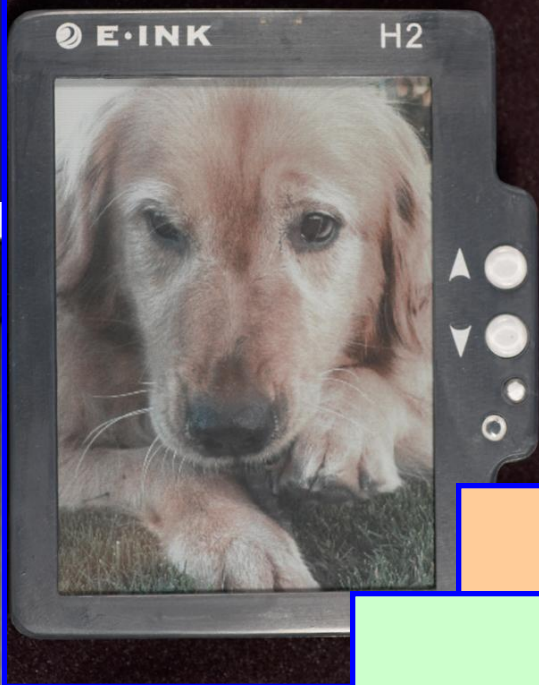




# E-ink



# E-ink



**Контрастність до 10:1**

**Яскравість -**

**Кольоропередача погана**

**Інерційність 0.3 сек**

**Кути огляду 180°**

**Відсутність мерехтіння**

**Надмале енергоспоживання**

**Час життя необмежений**

**Розмір пікселя - 0.2 мм**

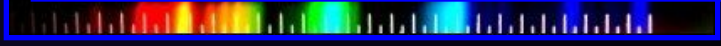
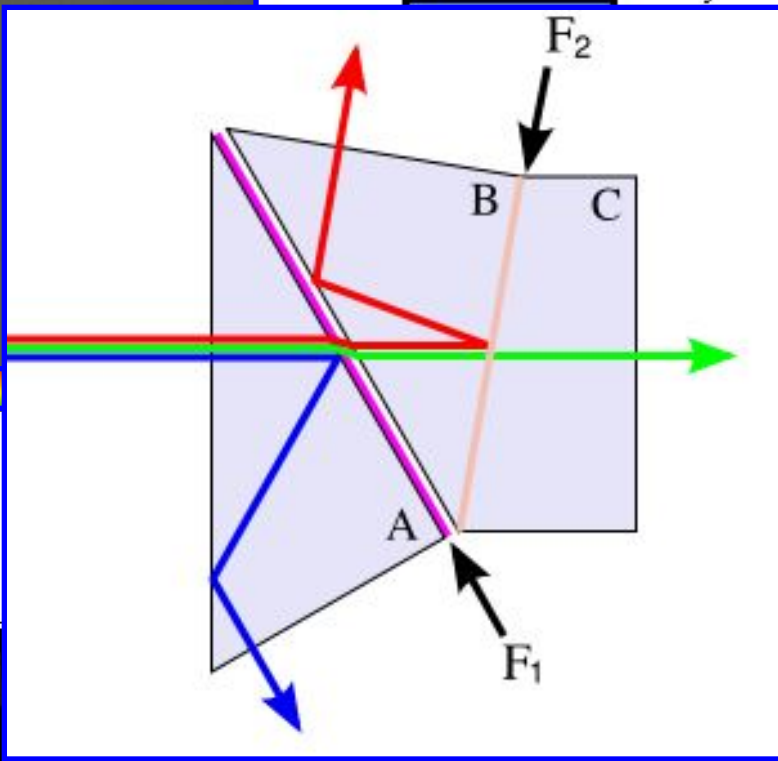
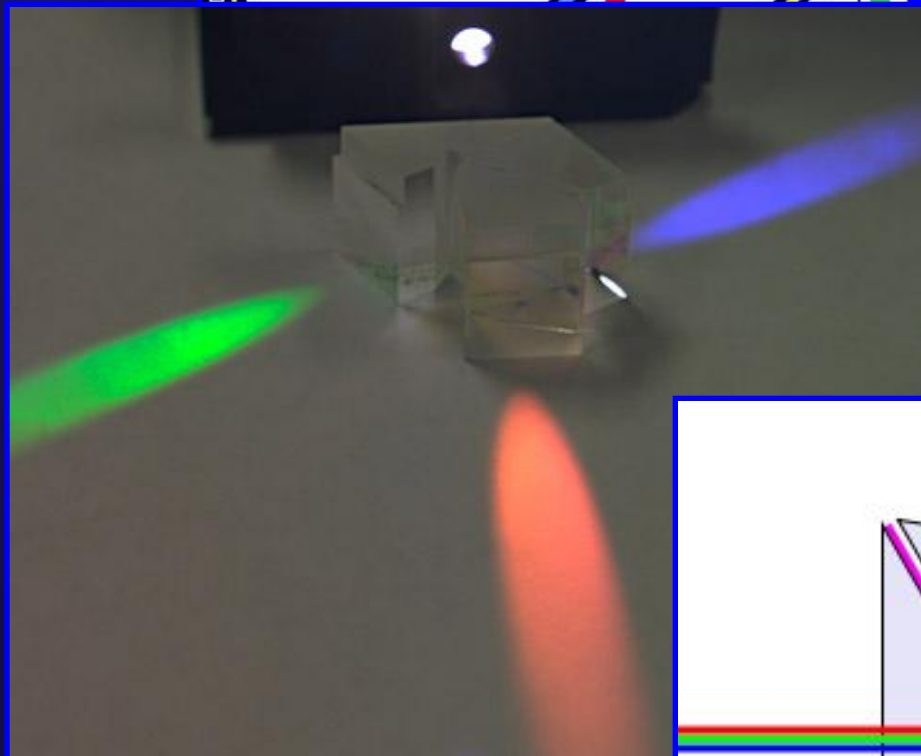
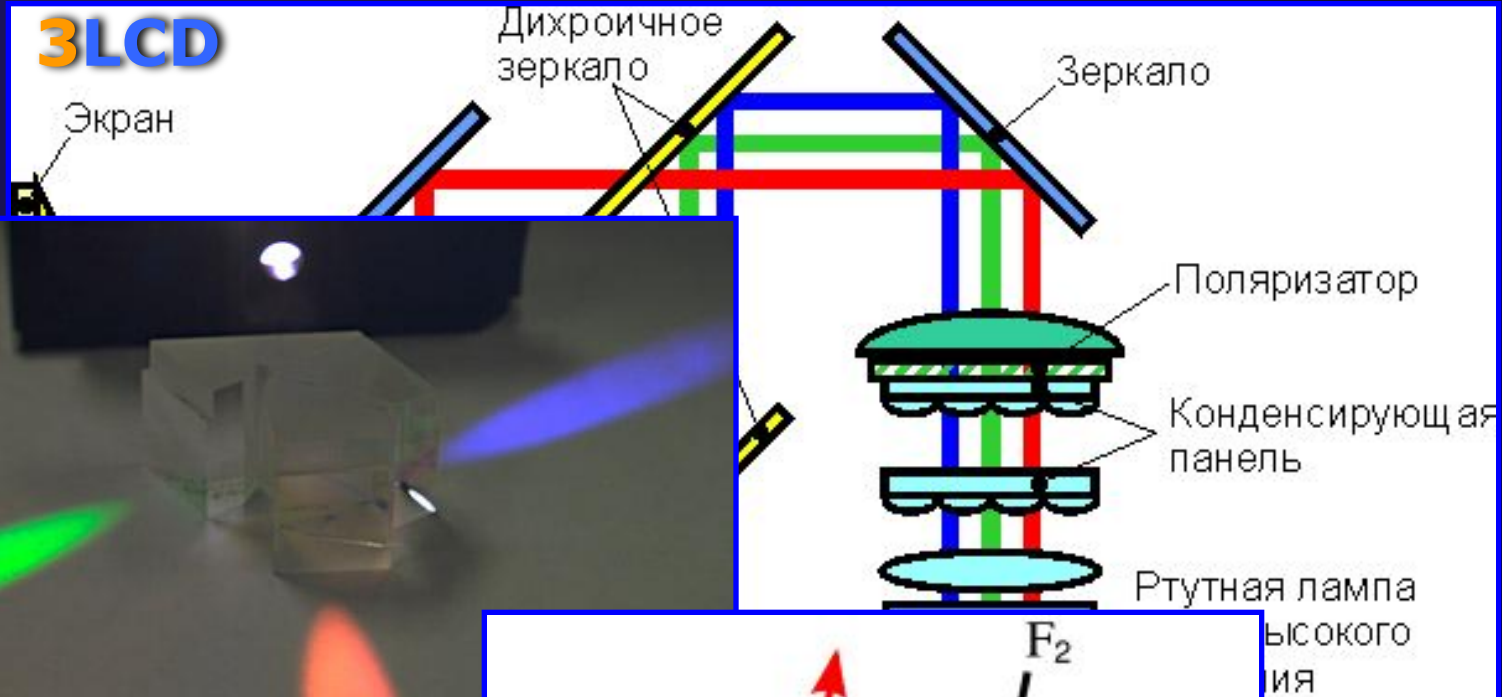


# Методи та засоби проекційної візуалізації

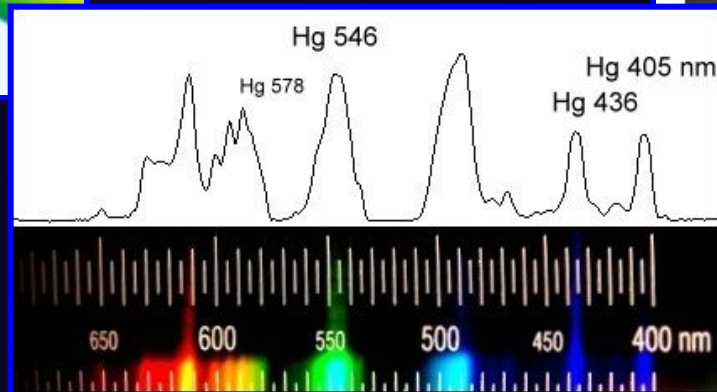
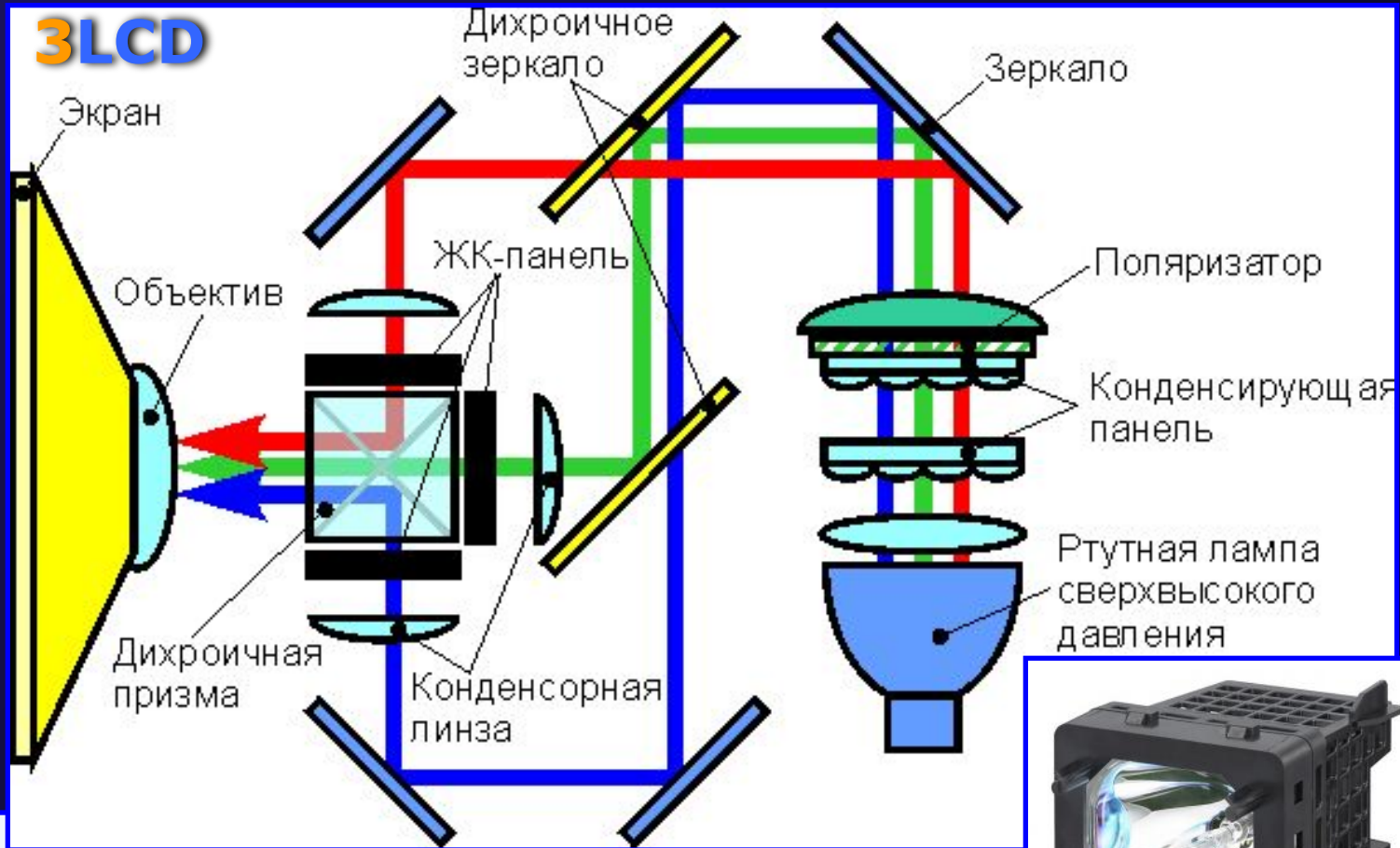




# Liquid Crystal Display



# Liquid Crystal Display



# TFT

Контрастність до 1000:1

Яскравість до 3000 (до 5000) лм

Якісна кольоропередача

Вага від 2.5 кг

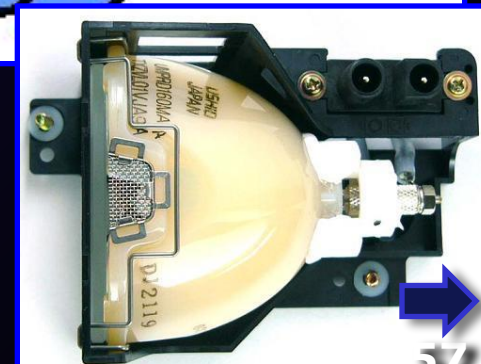
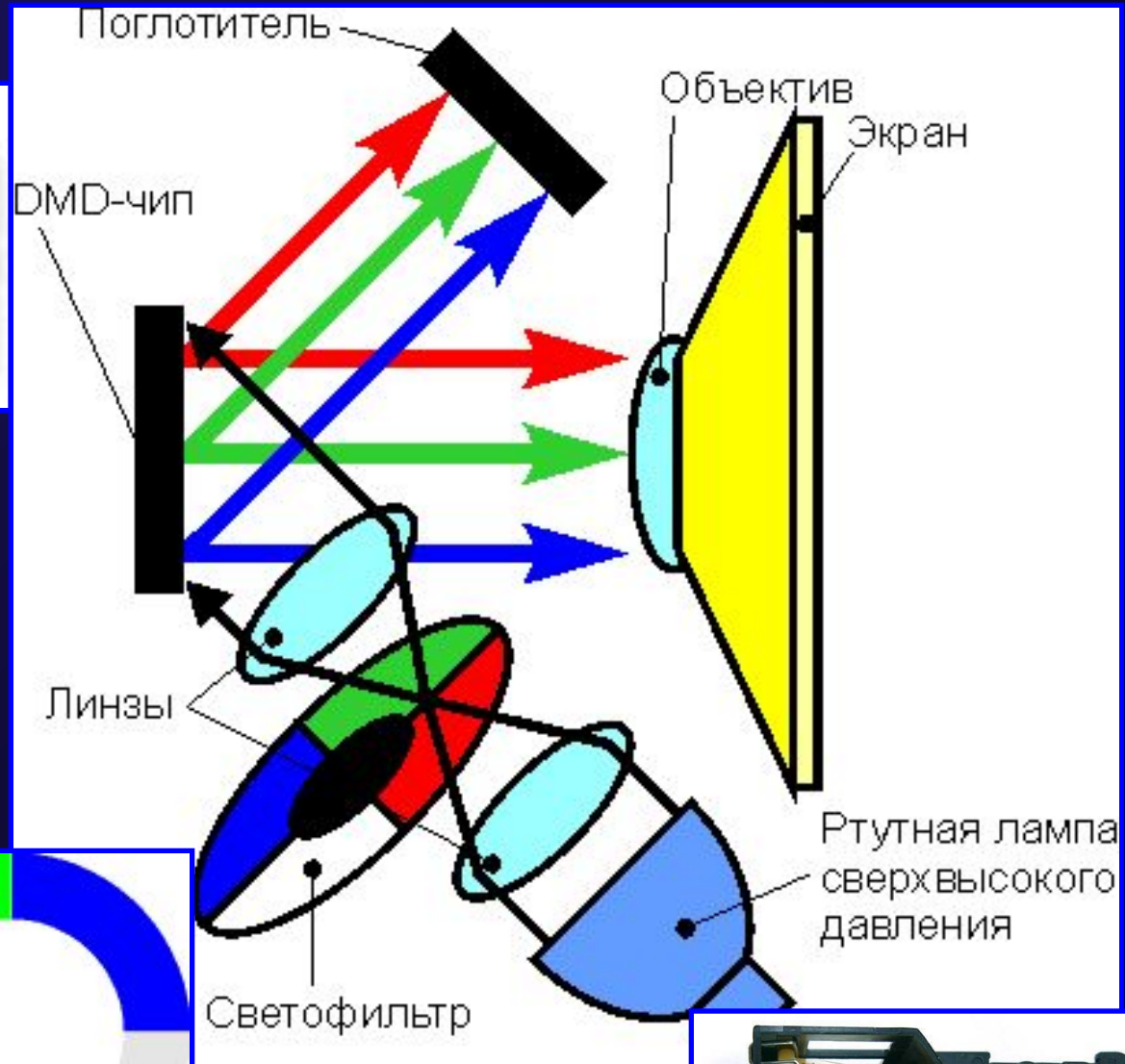
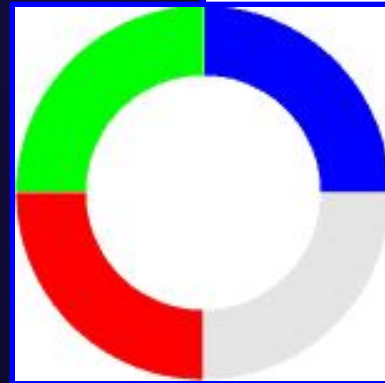
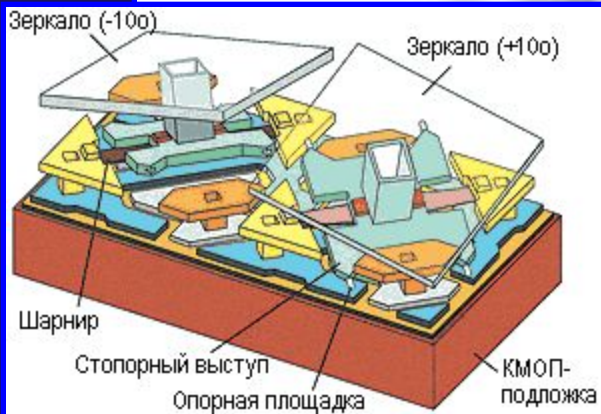
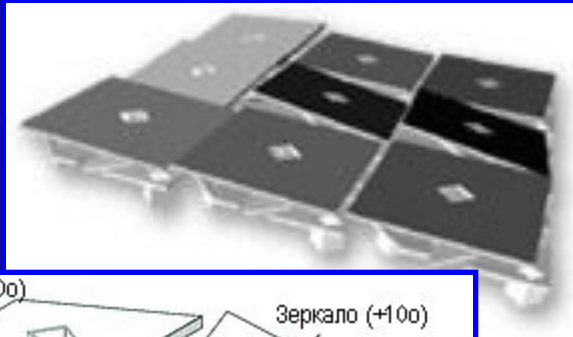
Відсутність мерехтіння

Час життя до 4000 годин

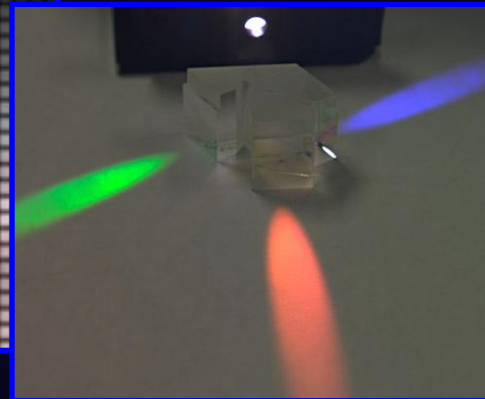
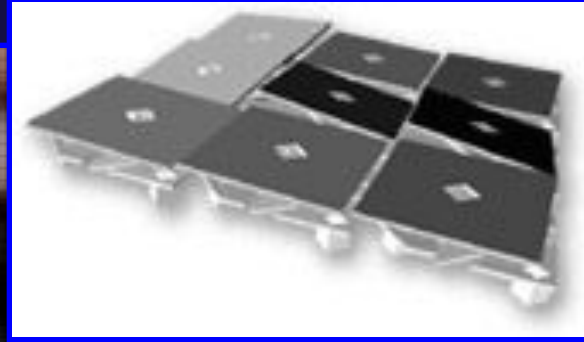
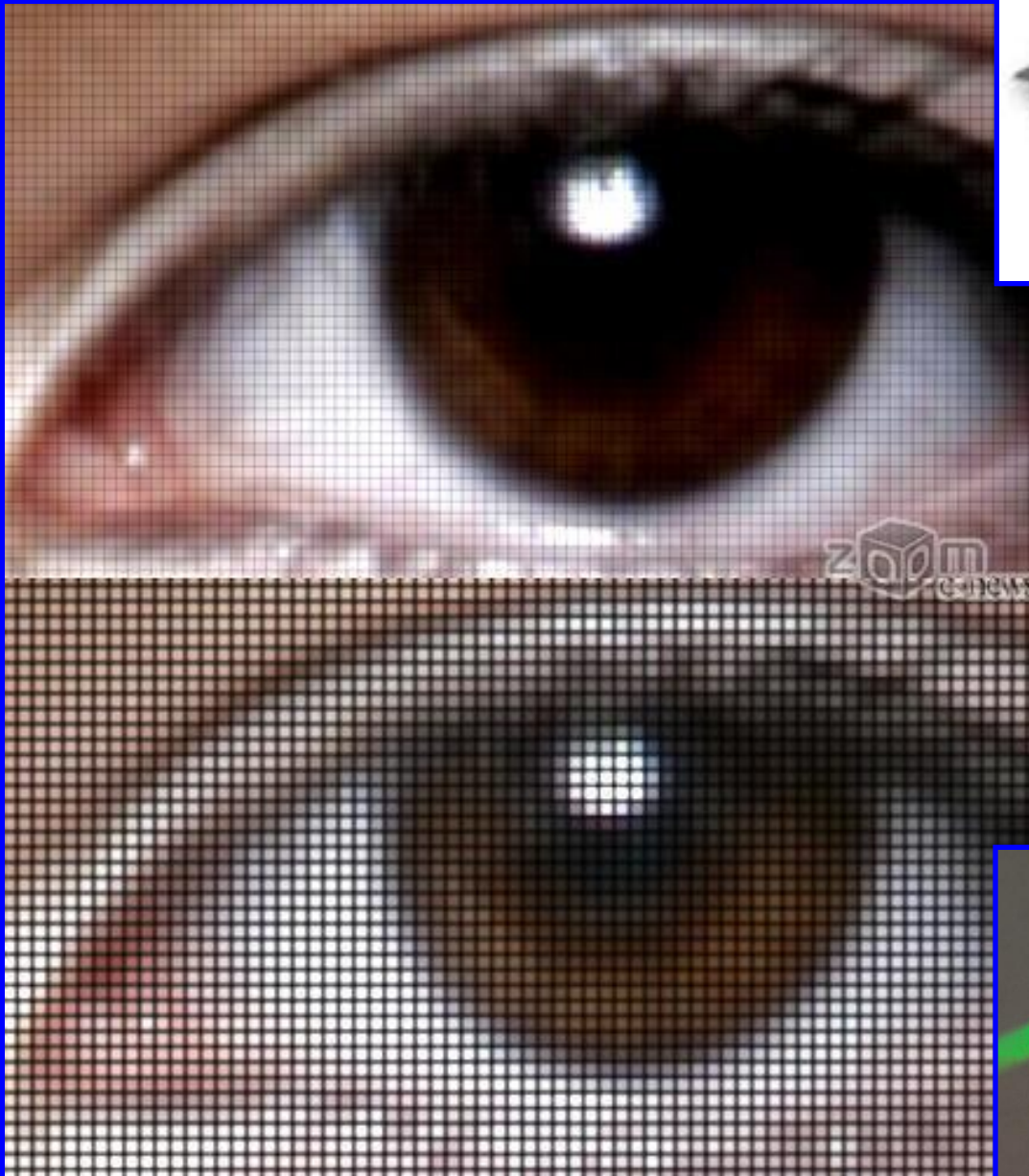




# Digital Light Processing

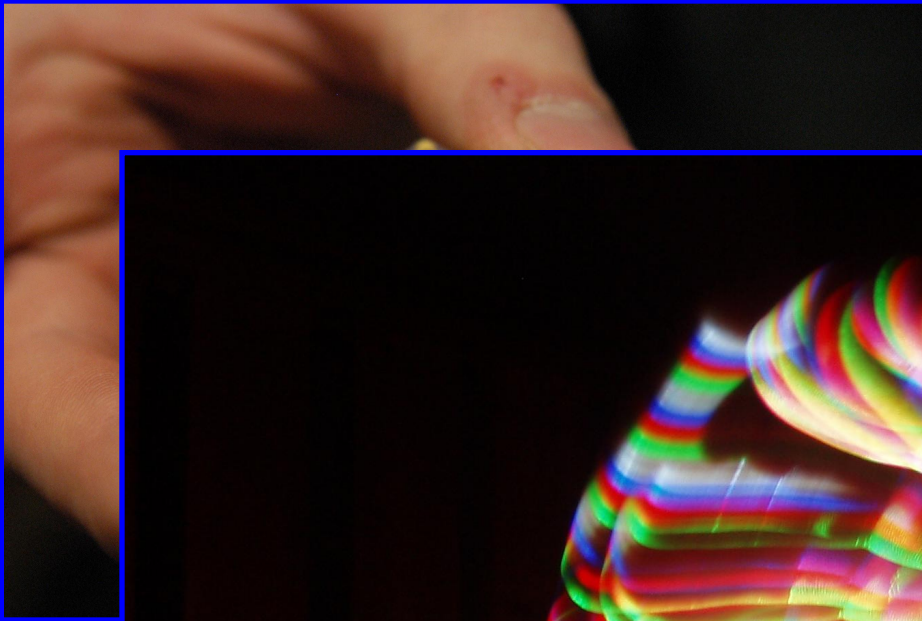


# DLP





# DLP





# DLP



**Контрастність до 5000:1**

**Яскравість до 3000 (до 5000) лм**

**Якісна кольоропередача**

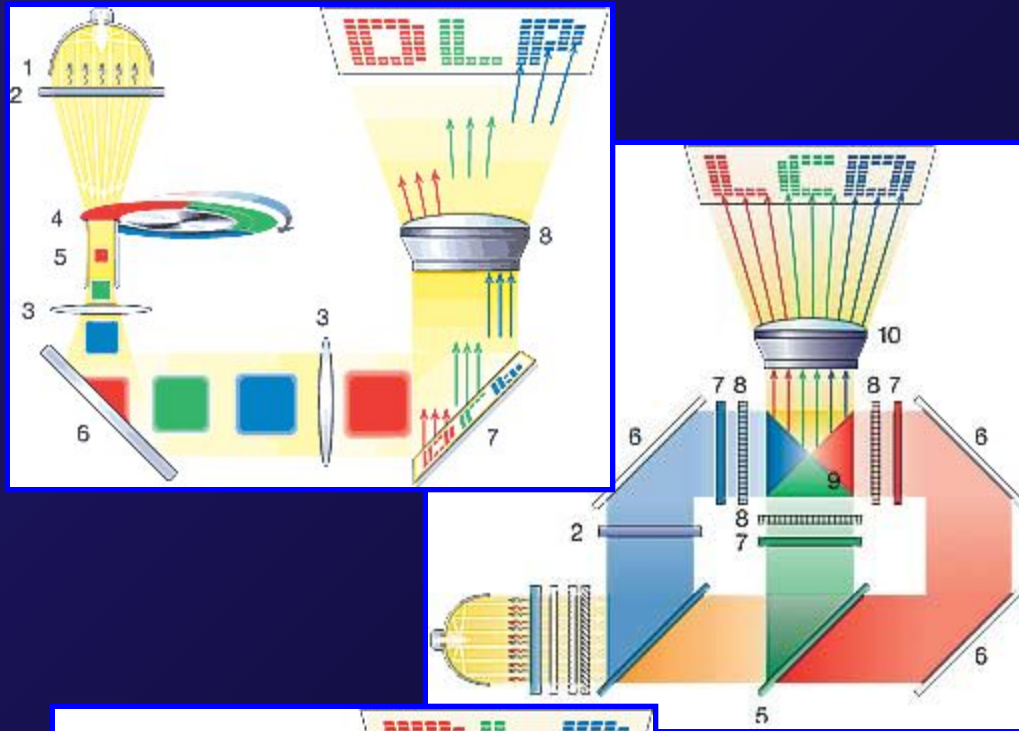
**Вага від 2.0 кг**

**Може бути ефект райдуги**

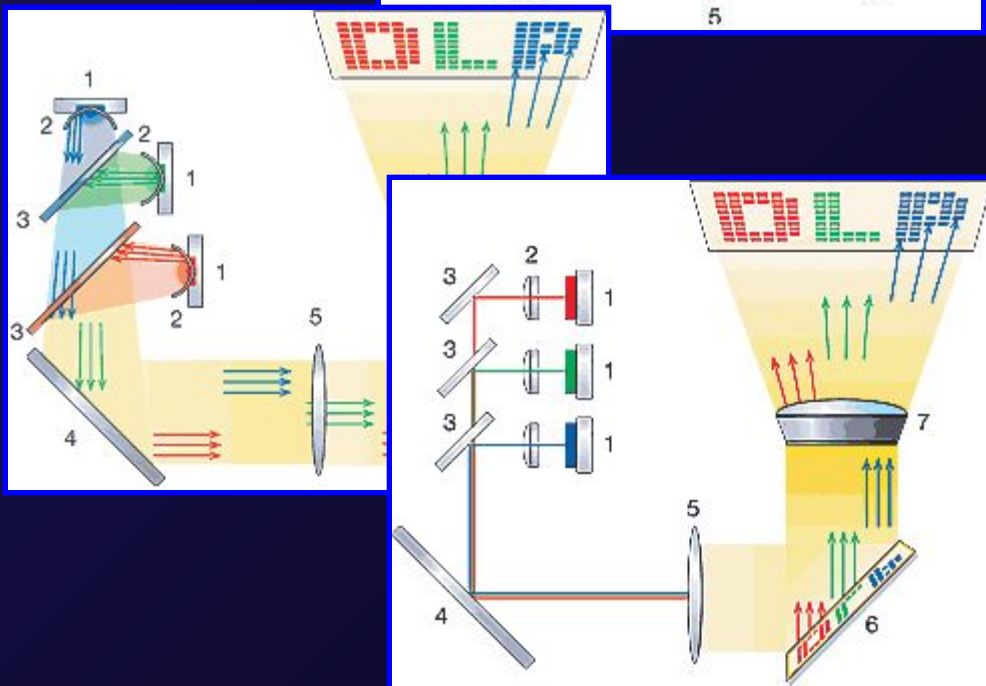
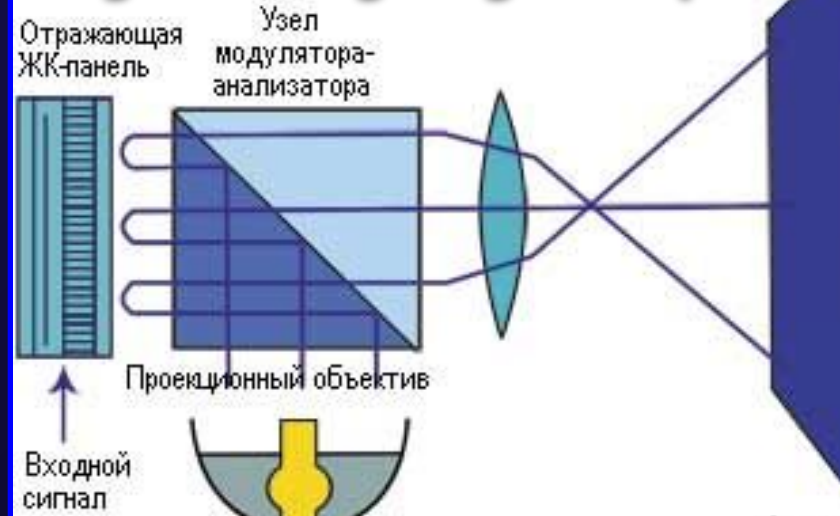
**Час життя до 4000 годин**



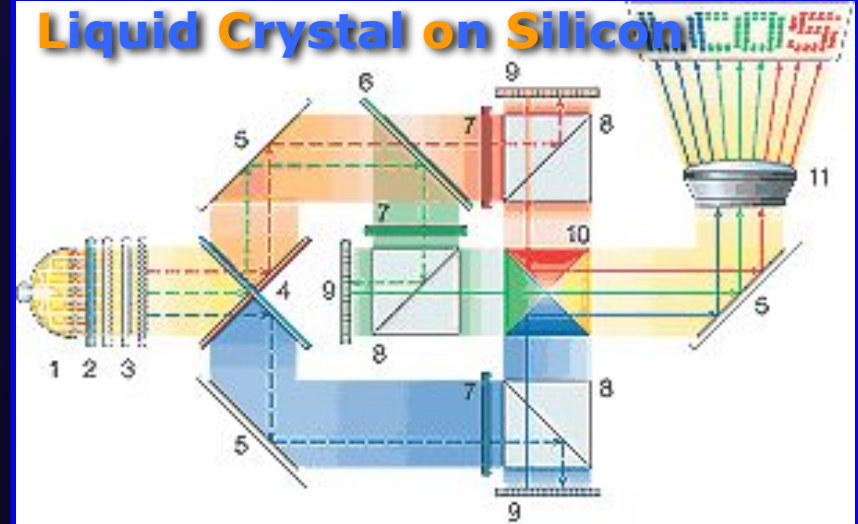
# Перспективи проєкційних технологій



## Digital-Image Light Amplifier



## Liquid Crystal on Silicon

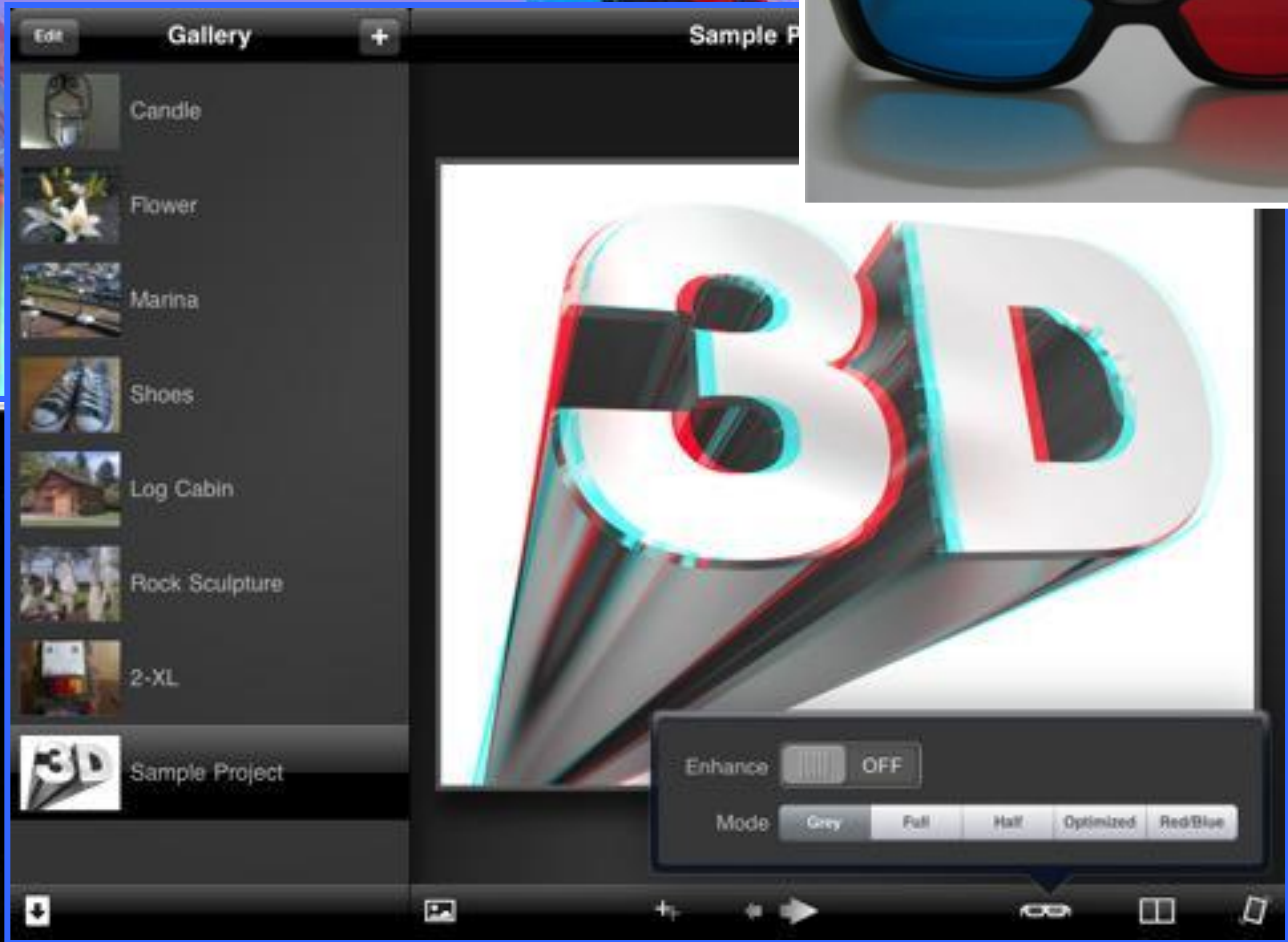
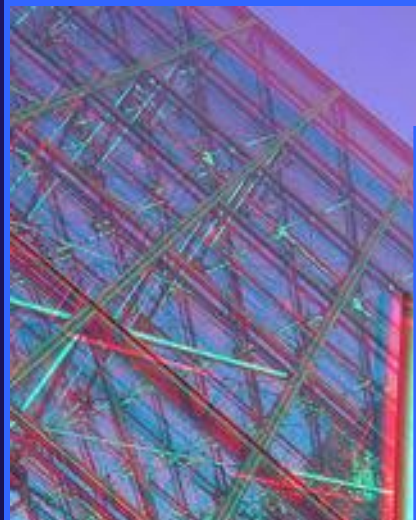


# Стереоскопія





# Стереоскопія Анагліф



# Стереоскопія

## Поляріодні окуляри

### RealD 3D Сінема



# Стереоскопія

## Комутація LCD затвором

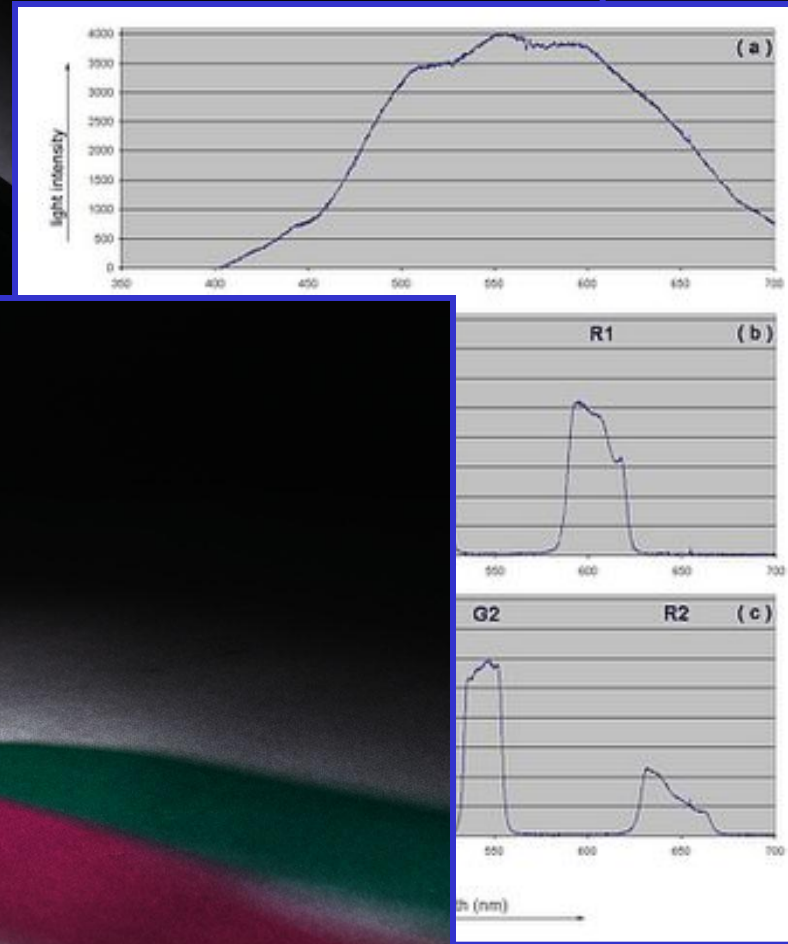
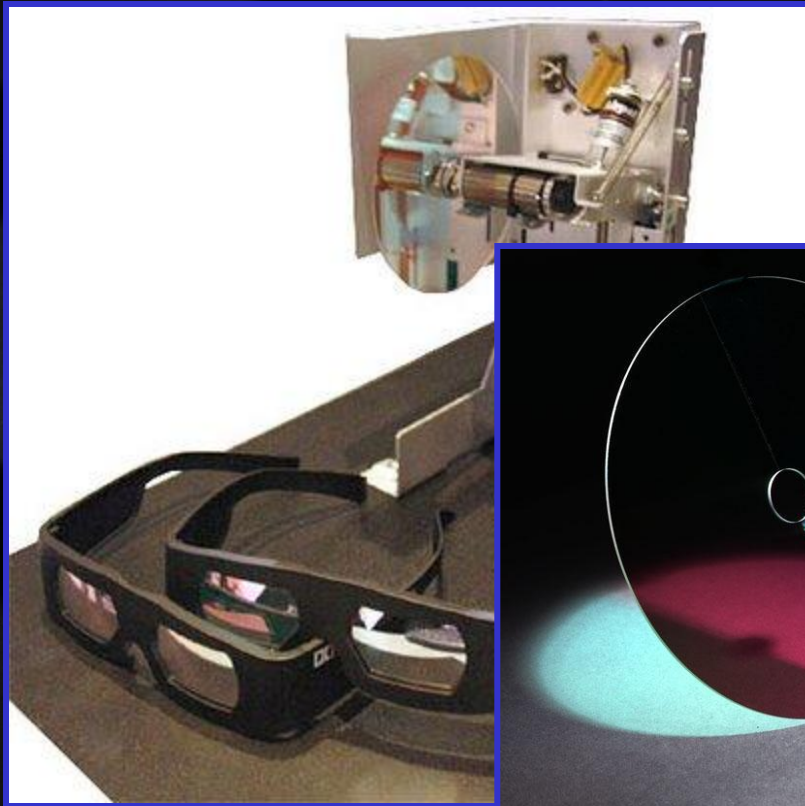
### ХранD X3D







### wavelength multiplex visualization



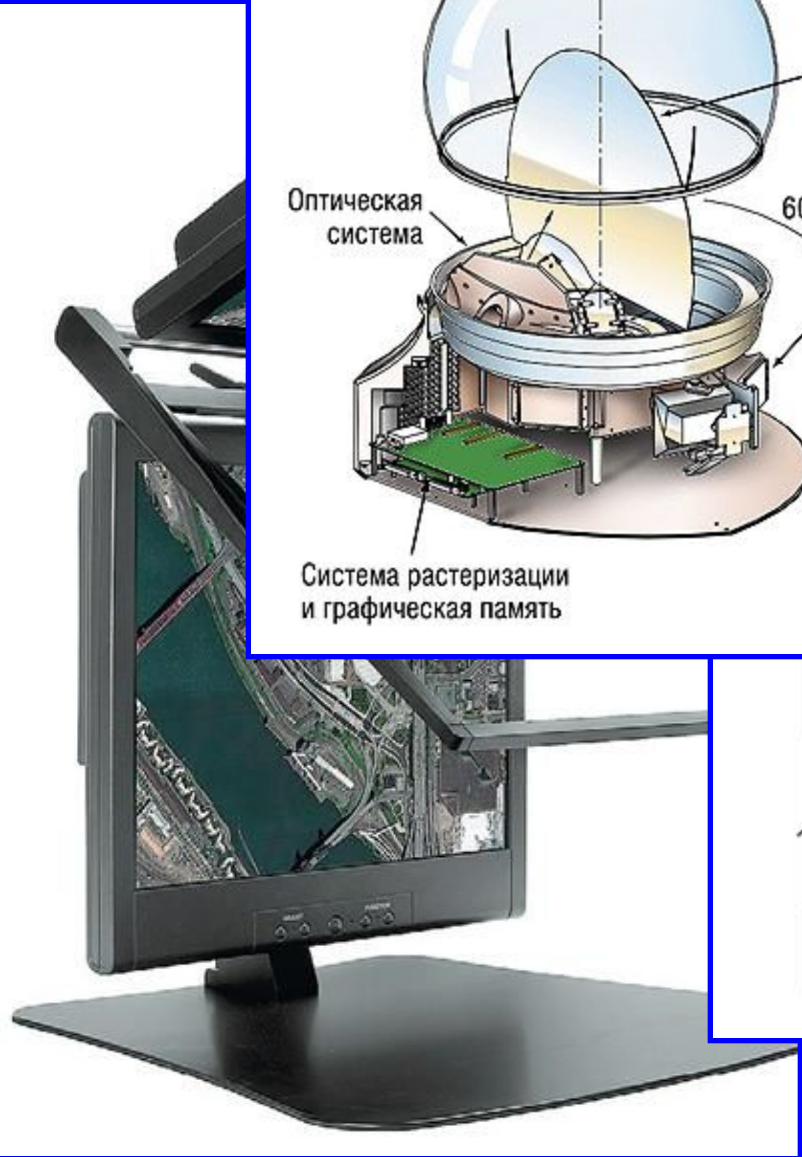
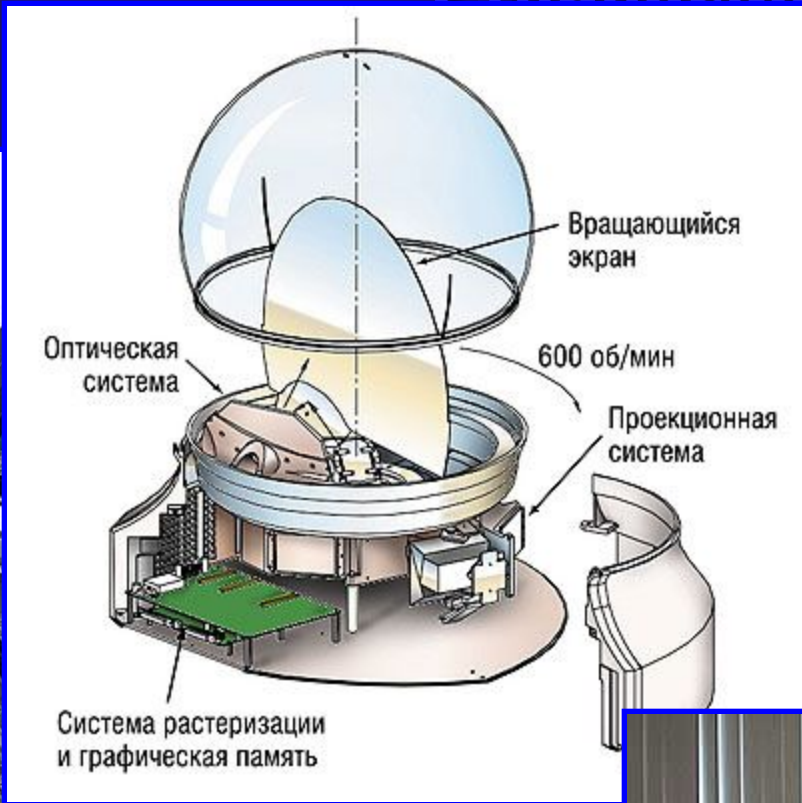
Лівий: 629nm, 532nm, 446nm

Правий: 615nm, 518nm, 432nm



# Стереоскопія Dolby 3D





ЖКИ (R)

Устройство сведения лучей (полупрозрачное зеркало)





# Забезпечення правильності кольоропередачі

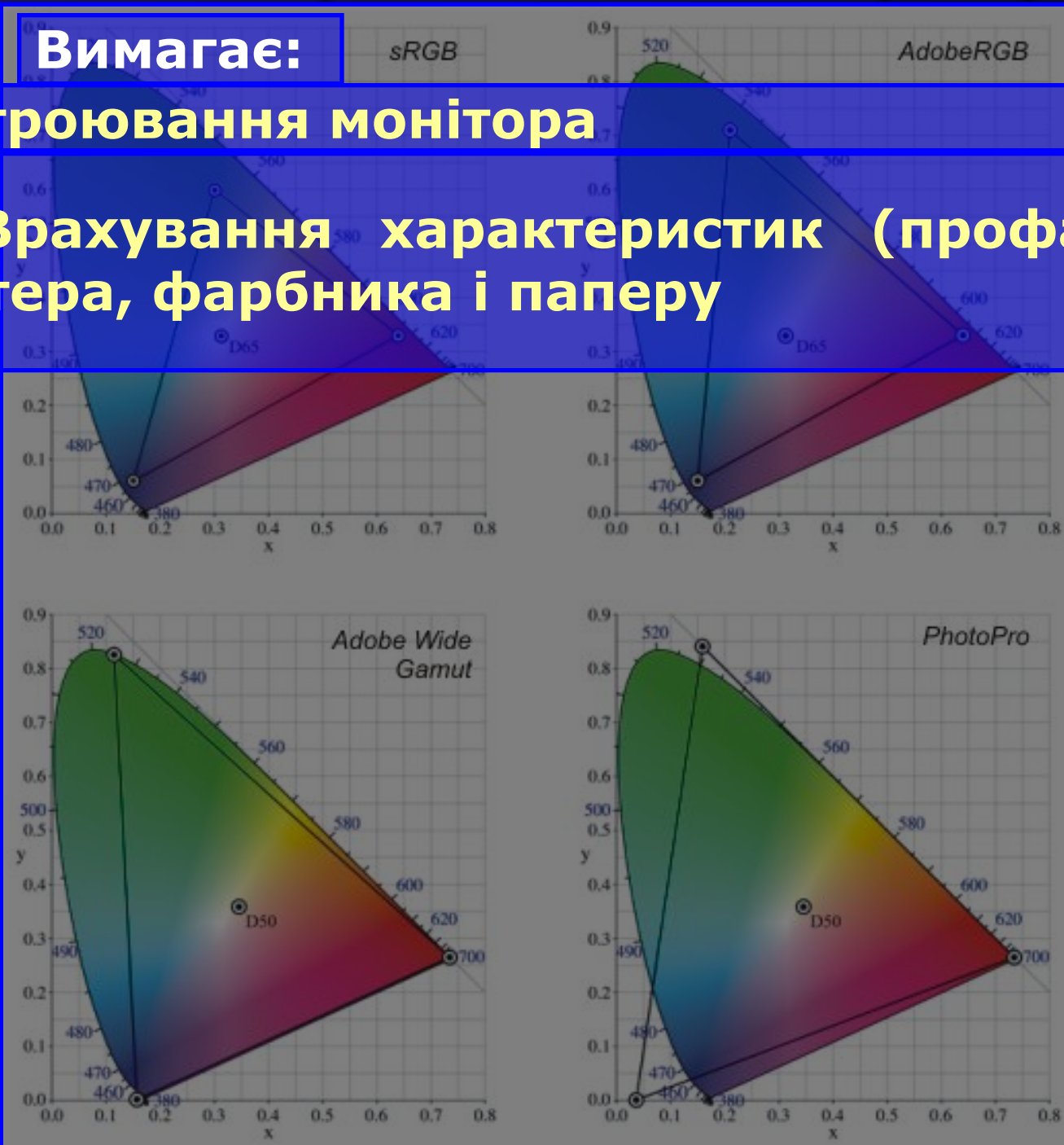


# Забезпечення правильності кольоропередачі

Вимагає:

□ Настроювання монітора

□ Врахування характеристик (профайлу) принтера, фарбника і паперу



# Забезпечення правильності кольоропередачі





## Резюме

- **Сучасні технології візуалізації забезпечують відтворення статичного зображення з якістю, яка в основному вдовольняє характеристикам ока**
- **Основною технологією друку на поточний момент є використання матрицювання пікселя для створення необхідного тону та кольору, що як правило виконується на рівні драйвера принтера**
- **Складність технології кольорового друку вимагає чіткого дотримання усіх її особливостей, в тому числі застосування попередньої комп'ютерної підготовки зображення**



# Завдання на самостійне опрацювання

□ **Опрацювання матеріалів лекції. Кольорові моделі СМУ/СМУК [1-С.431-432 7-С.164-166,477]**

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2005 – 1072

7. Бурлаков М. В. Путеводитель по Adobe Photoshop CS2. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 688 с