

Дисциплина «Источники рентгеновского излучения»

Кафедра электронных приборов и устройств

Потрахов Николай Николаевич

*Санкт-Петербургский
Государственный
Электротехнический
Университет (ЛЭТИ)*



Лекция 8

Аналоговые приемники рентгеновского изображения

Аналоговые приемники рентгеновского изображения

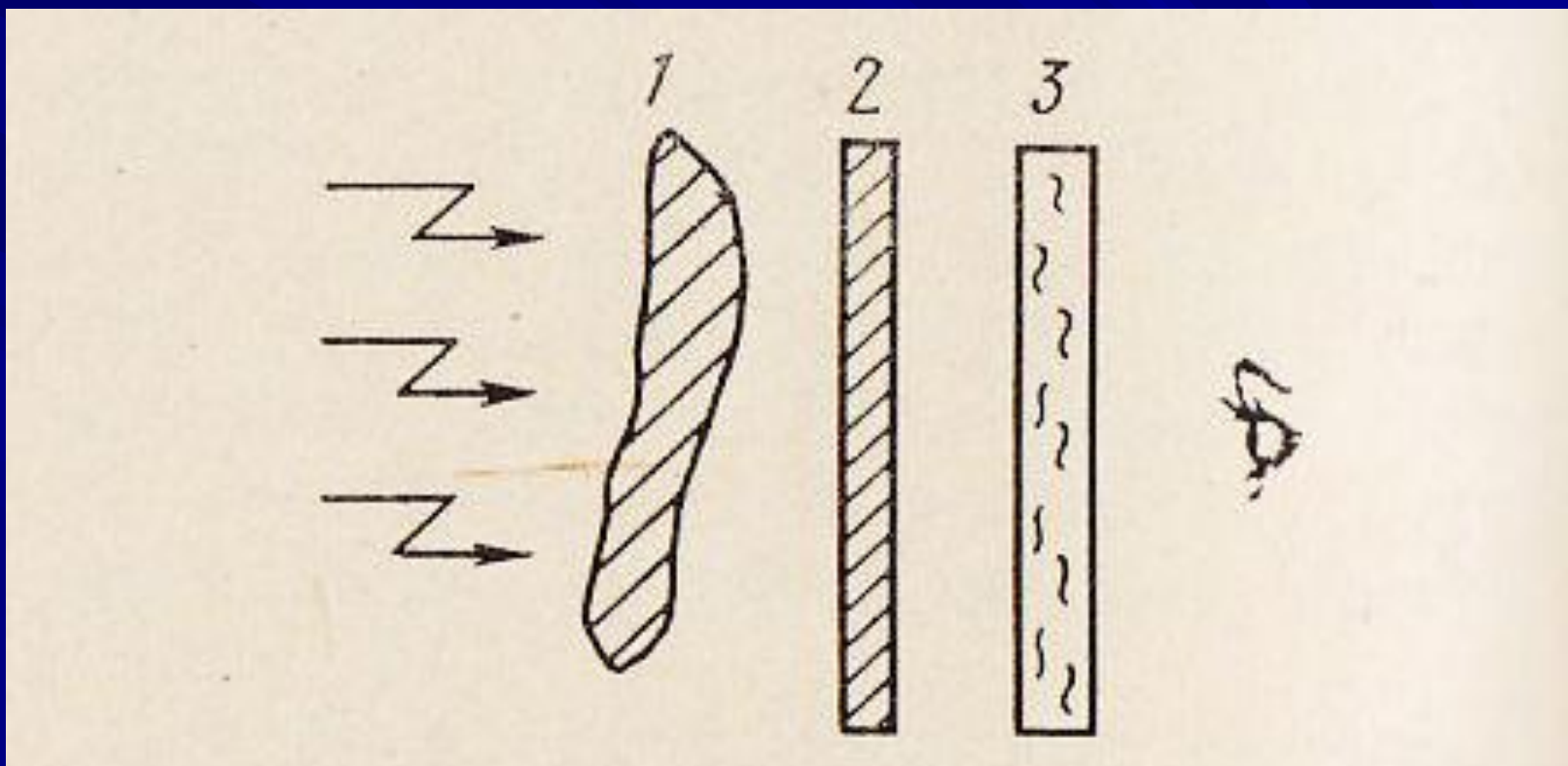
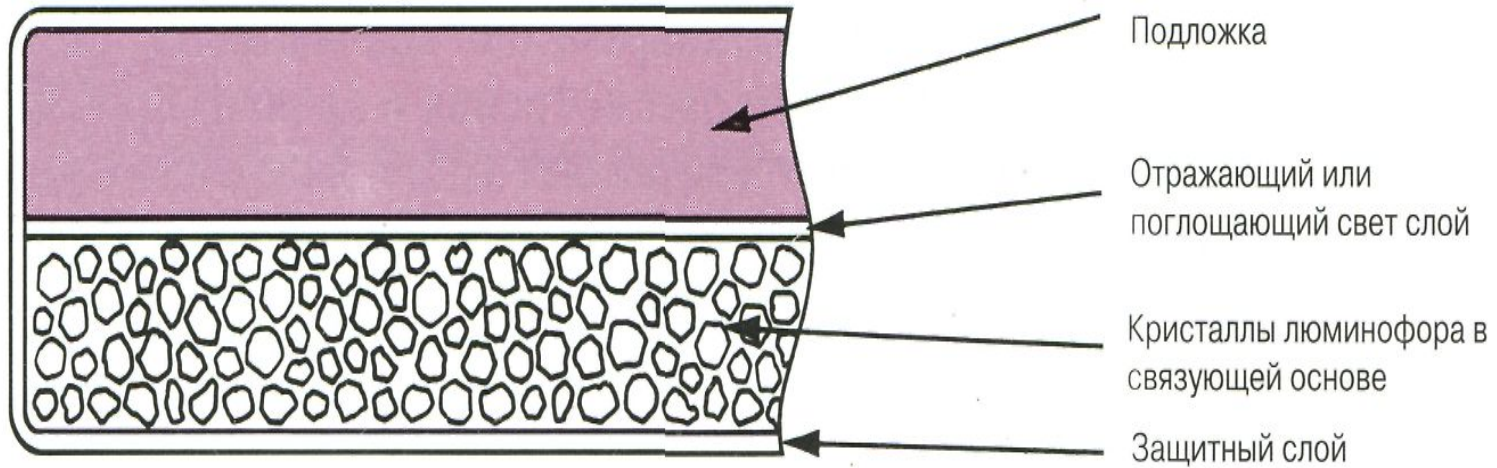


Схема флюороскопического метода диагностики
1 - просвечиваемый объект; 2 - рентгеновский экран;
3 - защитное стекло.

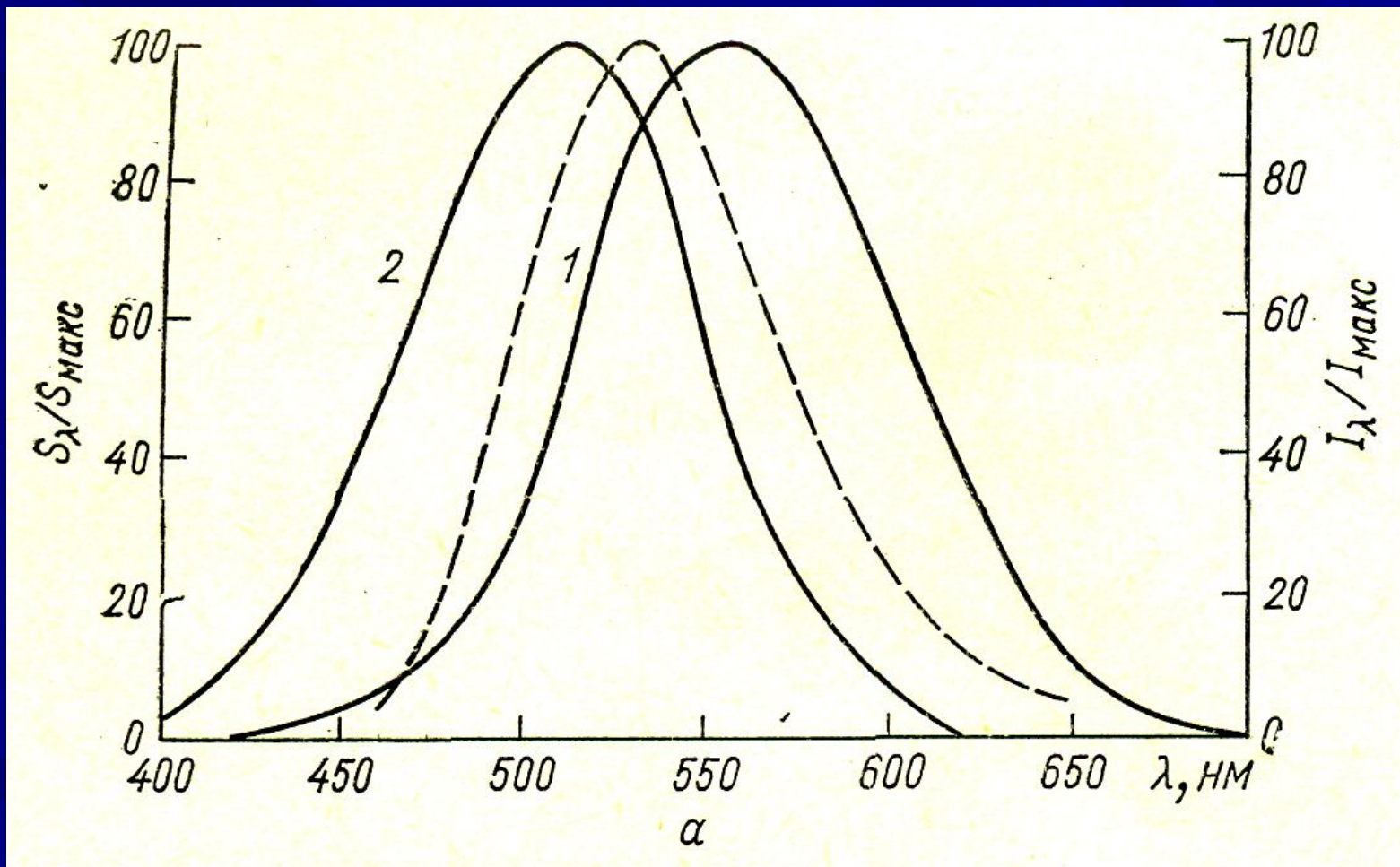
Флуоресцирующий экран

Устройство



Флуоресцирующий экран

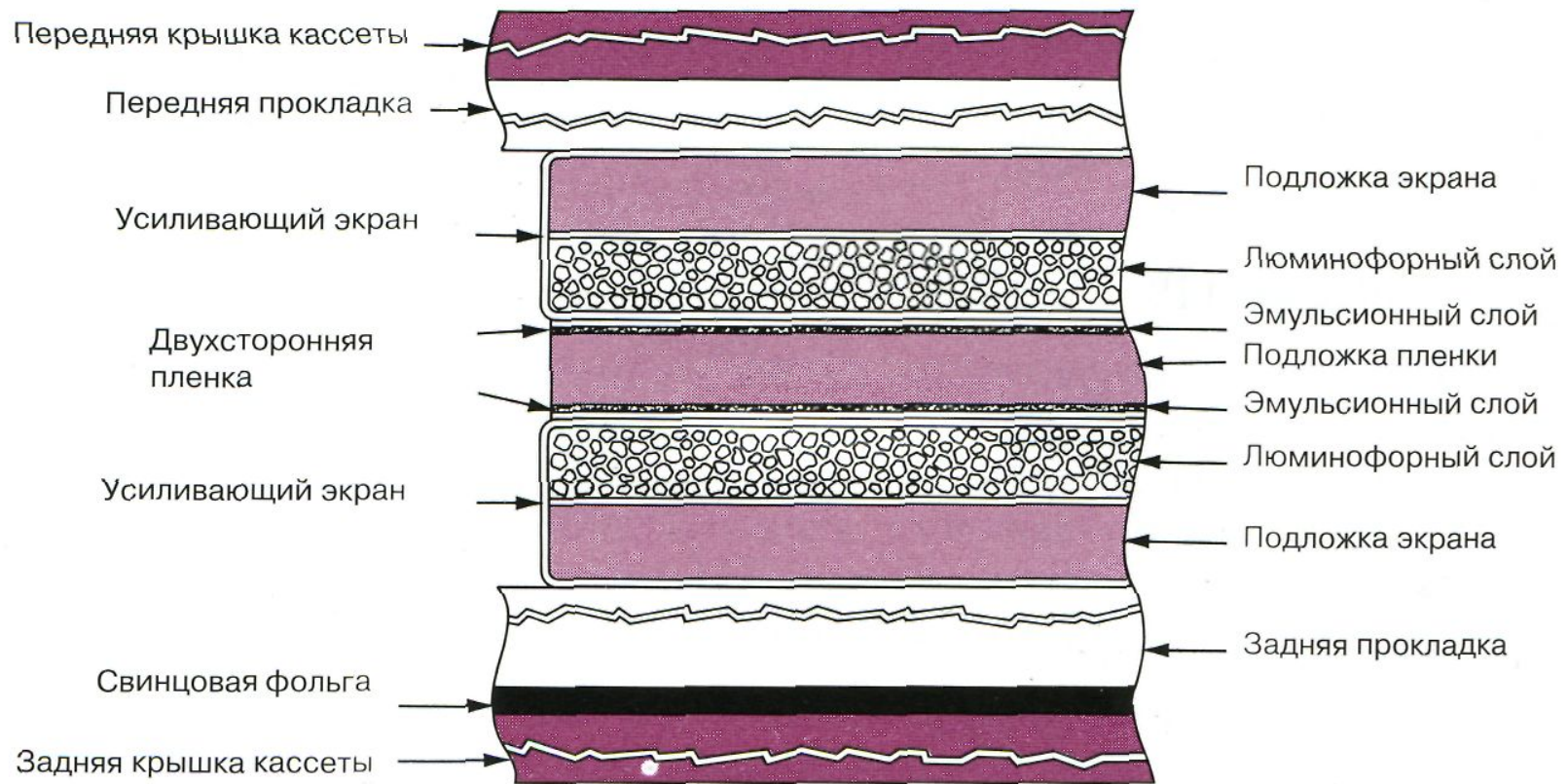
Спектральная интенсивность излучения



1 - ZnS; 2 - GdS.

Комплект: усиливающий экран и рентгеновская пленка

Устройство



Комплект: усиливающий экран и рентгеновская пленка

Основные параметры рентгенолюминофоров

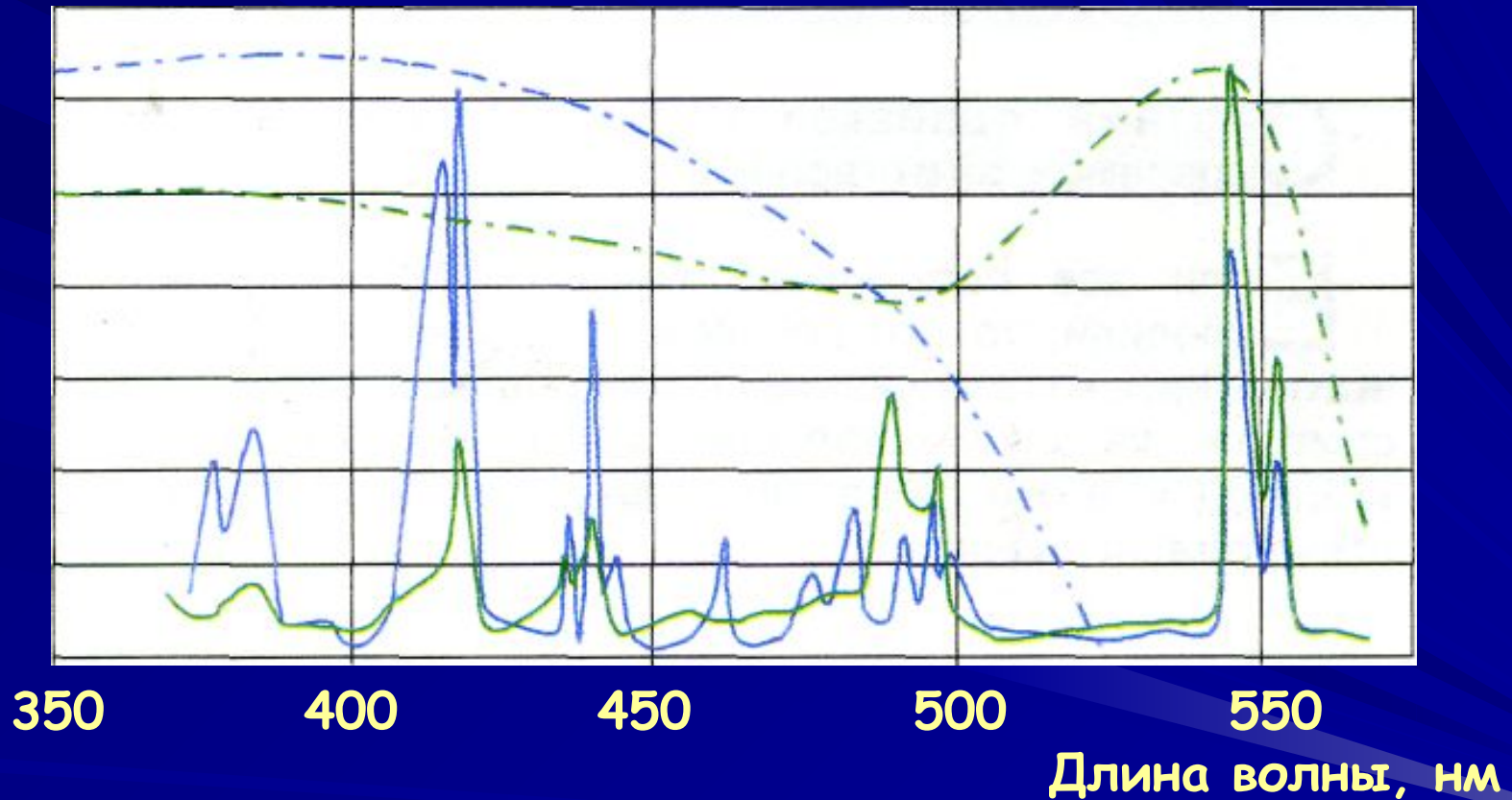
Тип люминофора	Поглощение, %		Технический выход, %	К-скачок поглощения, кВ	$\lambda_{\text{макс}}$, нм
	в слое 100 мг/см ² , %	в отн. ед. к CaWO ₄			
CaWO ₄	26,5	1,00	5,5	69,5	425
Y ₂ O ₂ S:Tb	27	1,00	18	17	418, 545
Gd ₂ O ₂ S:Tb	37,5	1,4	15	50,2	545
LnOBr:Tb	41,5	1,55	13	38,9	437

Комплект:
усиливающий экран и рентгеновская пленка

Основные параметры
отечественных усиливающих экранов

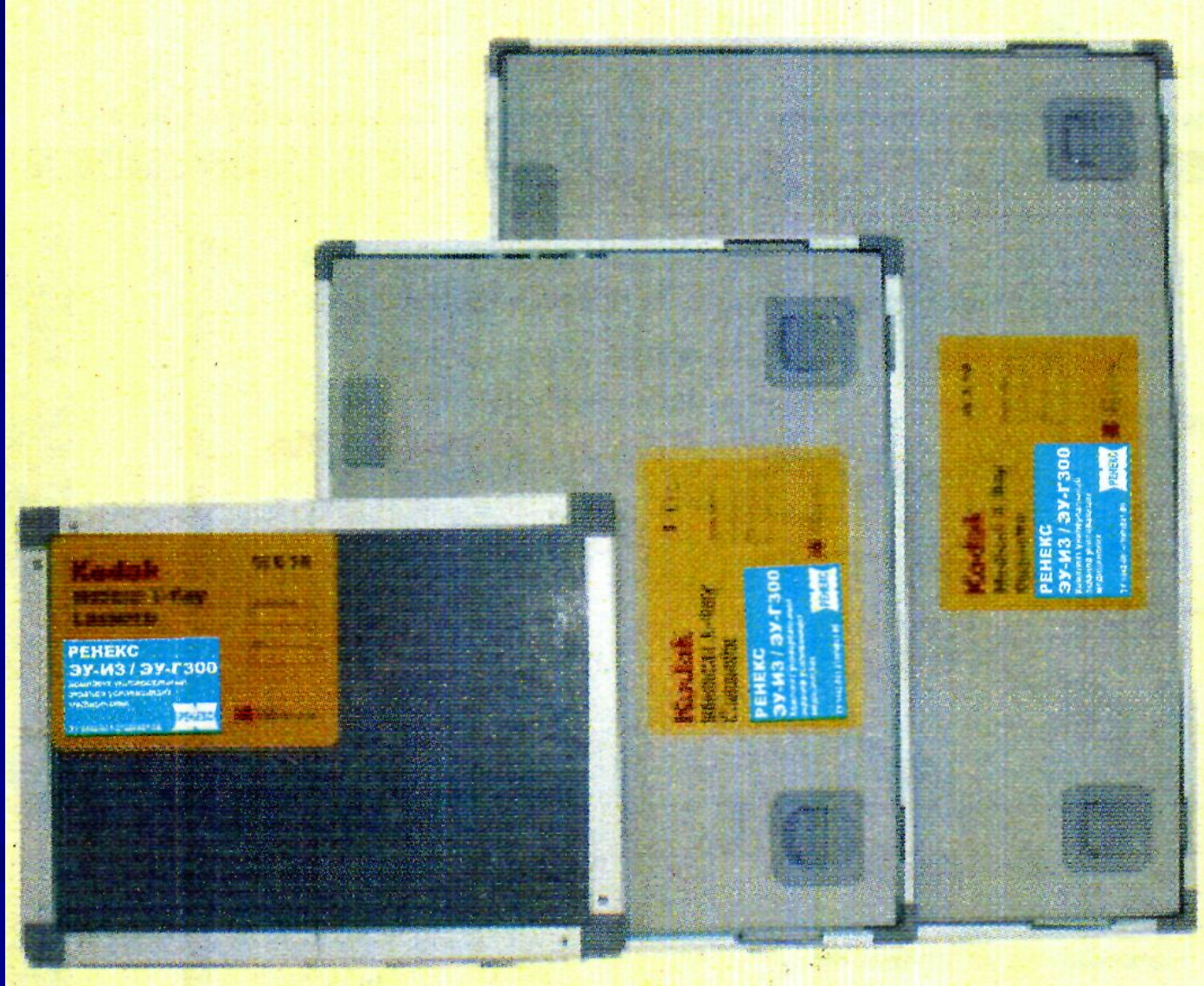
Тип экрана	Тип люминофора	Класс по ГОСТ	Фотографическое действие, отн. ед.	Коэффициент передачи контраста, %	Разрешающая способность, л/мм	Зернистость, отн. ед.
ЭУ-В1К	CaWO_4	1	0,5	120	11,5	1,0
ЭУ-В2	CaWO_4	2	1	100	9,5	1,0
ЭУ-ВИЗ	$85\text{CaWO}_4 + 15\text{Y}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$	3	1,8	100	9,5	—
ЭУ-ИЗ	$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$	3	2	130	12,5	1,4
ЭУ-И4	$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$	4	3,0	90	8	—
ЭУ-Л*	LaOBr:Tb	4	3,0	70	6,5	1,1
ЭУ-ГЗ**	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$	3	—	140	13	0,9

Комплект:
усиливающий экран и рентгеновская пленка
Спектральная чувствительность

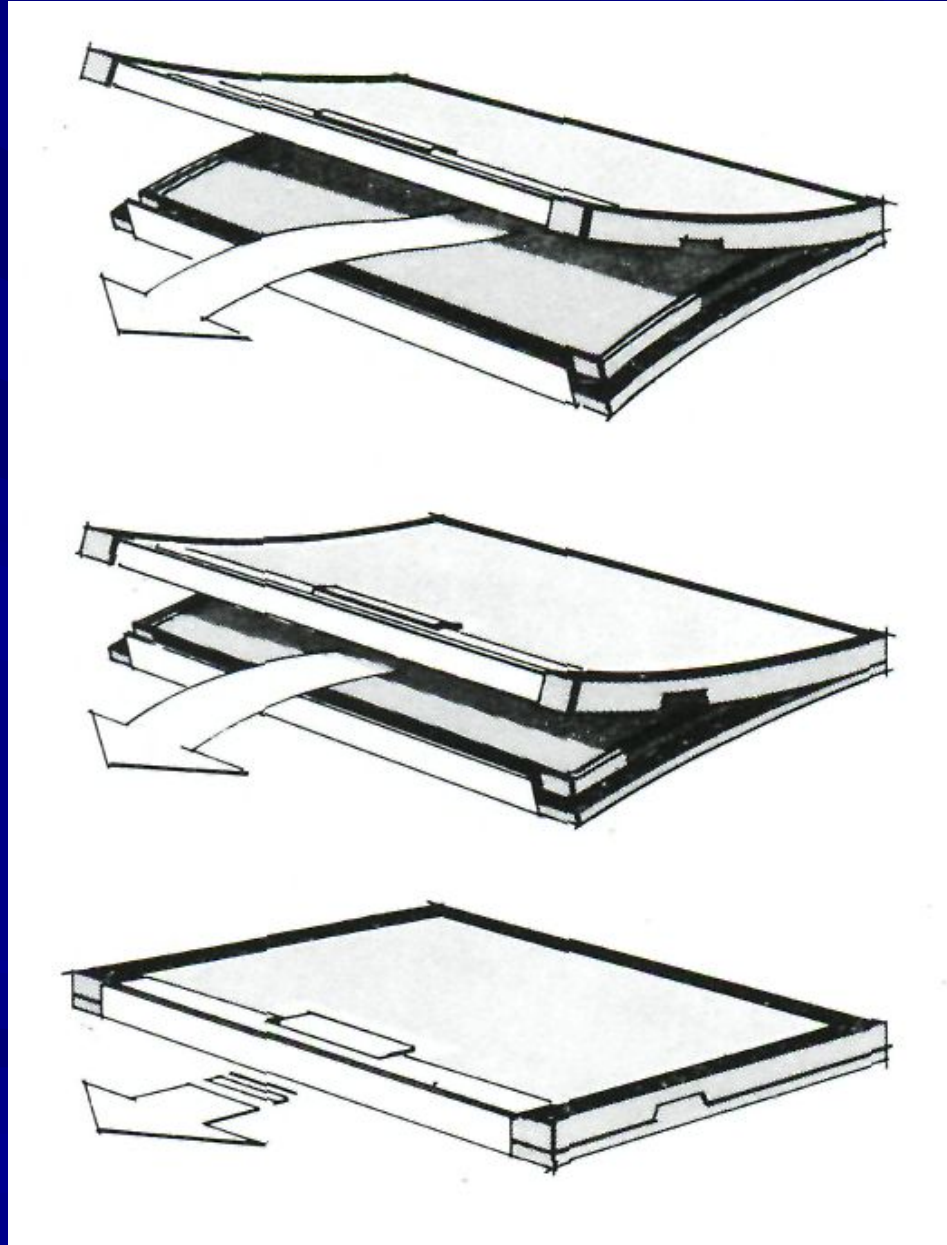


- — РЕНЕКС ЭУ-И300
- - Синечувствительная рентгеновская пленка
- — РЕНЕКС ЭУ-Г300
- - Зеленочувствительная рентгеновская пленка

Внешний вид

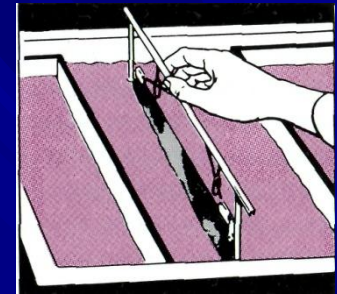
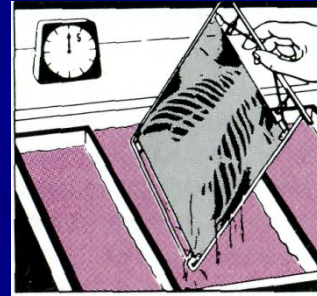
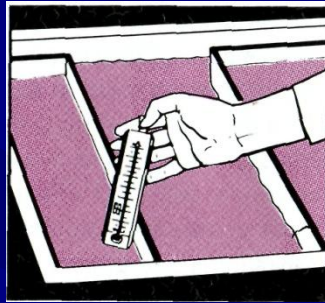


Конструкция и принцип действия

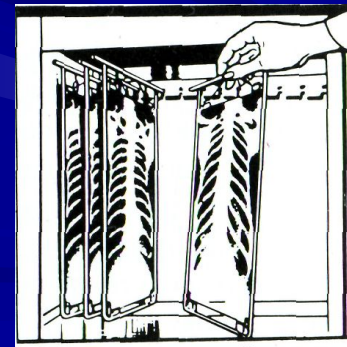
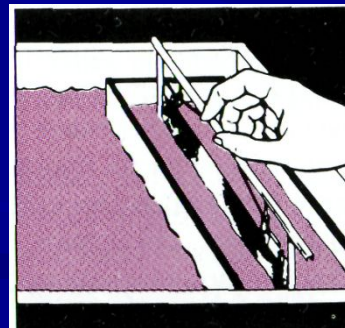
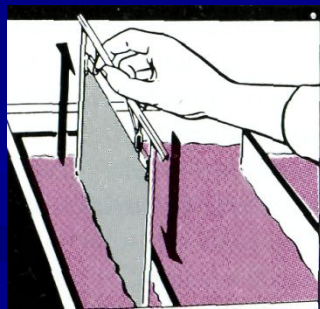
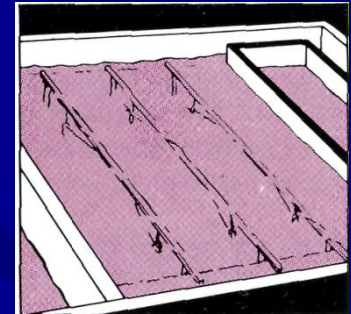
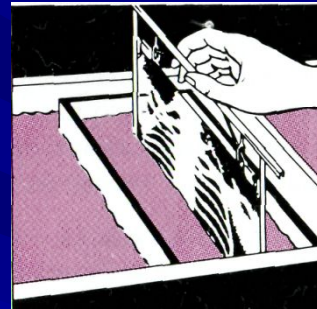
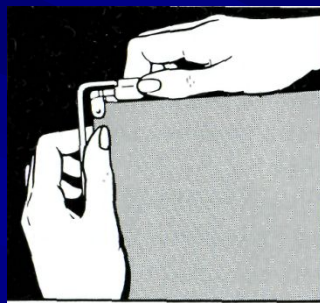



Фотографическая обработка пленки может быть ручной или автоматической, но всегда она должна соответствовать рекомендациям разработчика как в части использования соответствующих типов реактивов, так и в условиях обработки.

Ручная проявка

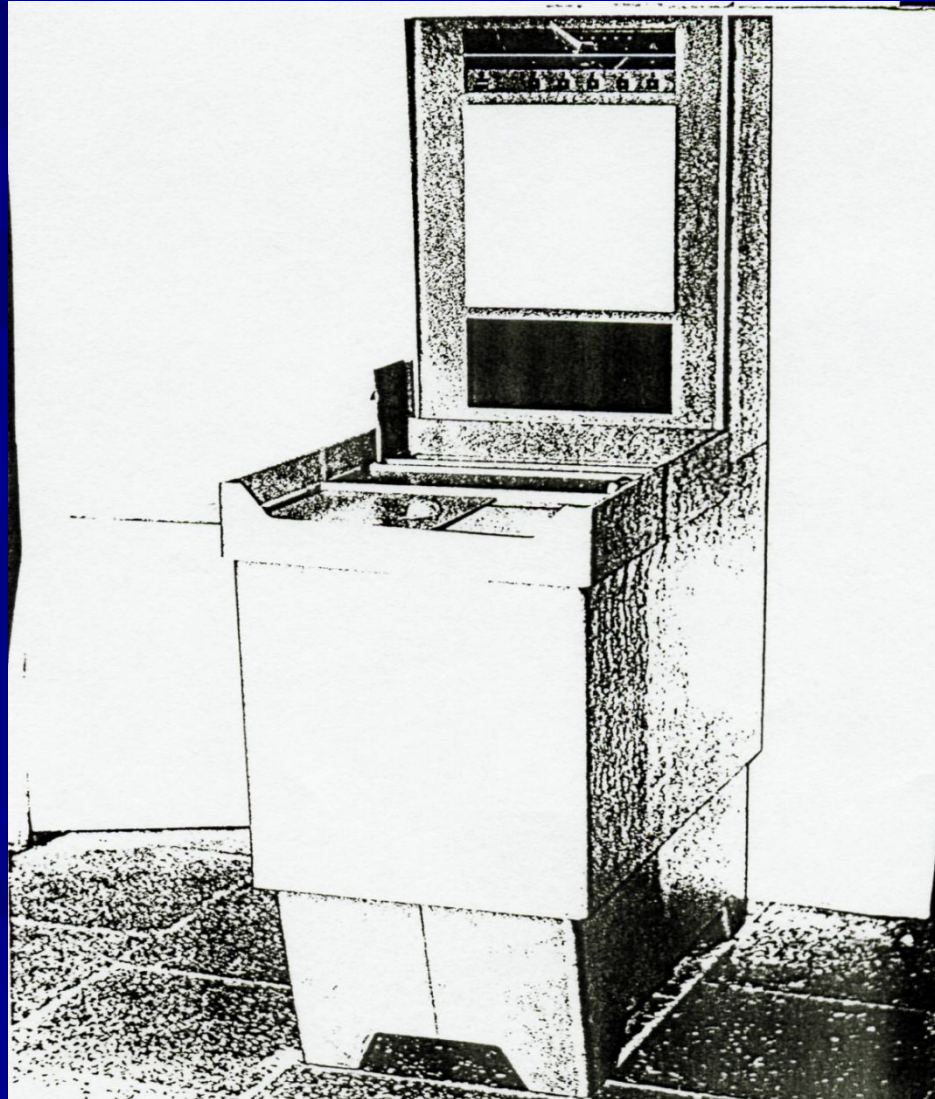


[Redacted]		
60 F	15.5 C	8 1/2
65 F	18.5 C	6
68 F	20 C	5
70 F	21 C	4 1/2
75 F	24 C	3 1/4

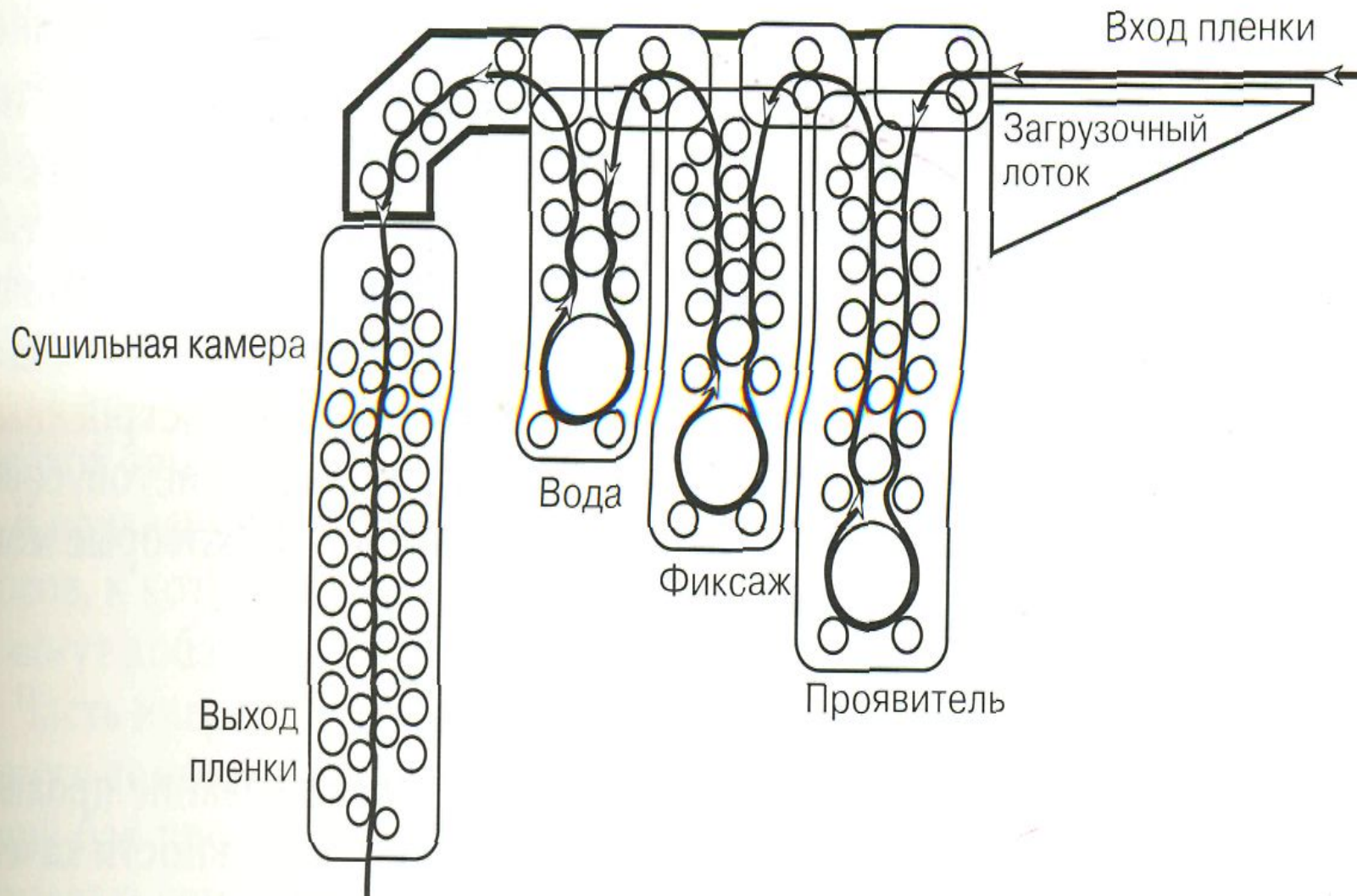


Автоматическая проявка

Проявочная машина



Принцип действия



Визуализация рентгеновского изображения

Экранная пленка – листовая, универсальных форматов.

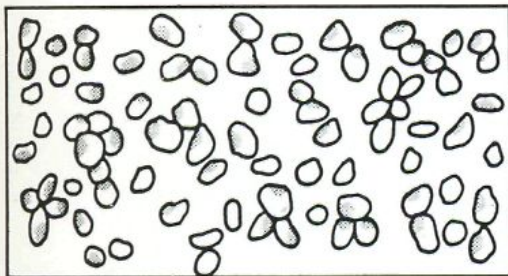
Подложка ~18 мм – толщина

Эмульсия – 3,5 мм – состоит из желатина

с галоидным серебром.

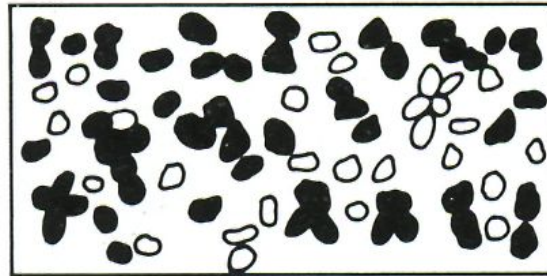
Размер зерна ~ 1 мкм.

Защитный слой.



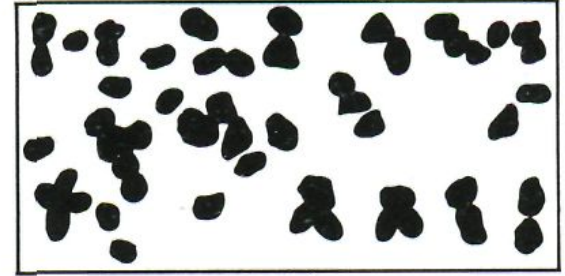
a

Экспонирование



b

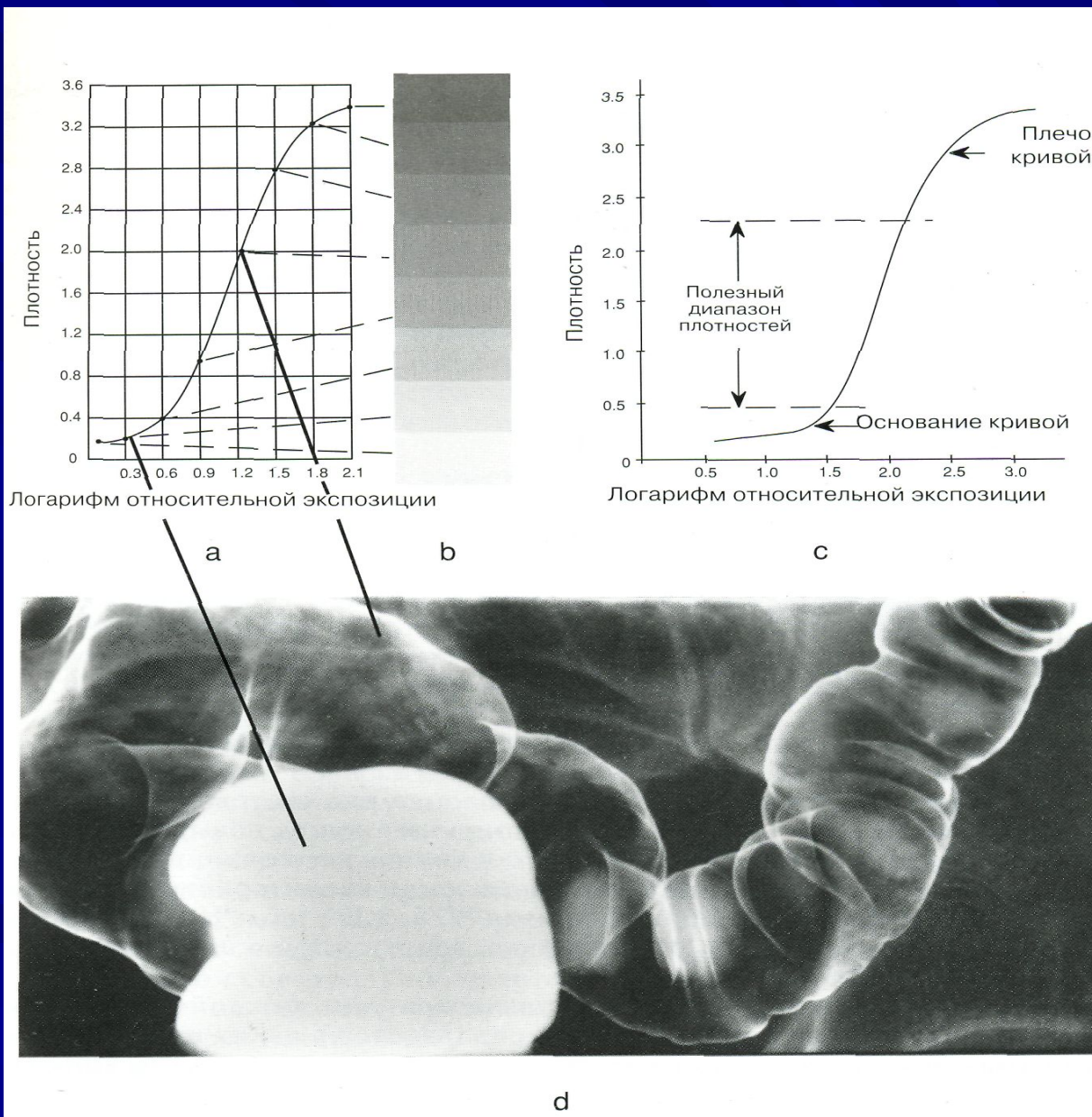
Проявление



c

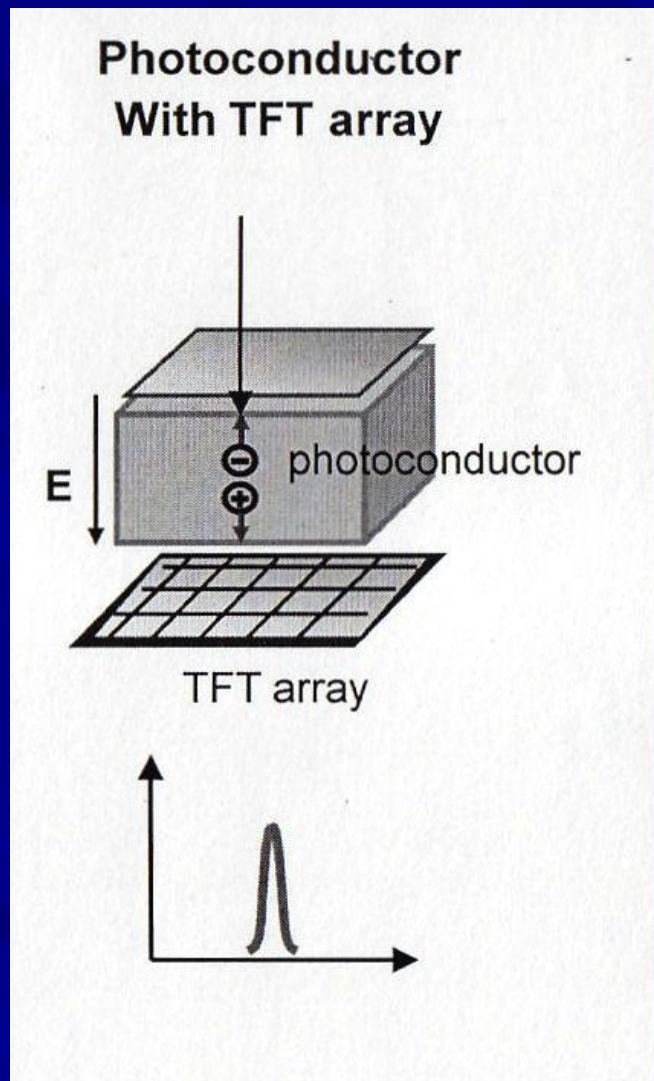
Фиксирование

Визуализация рентгеновского изображения



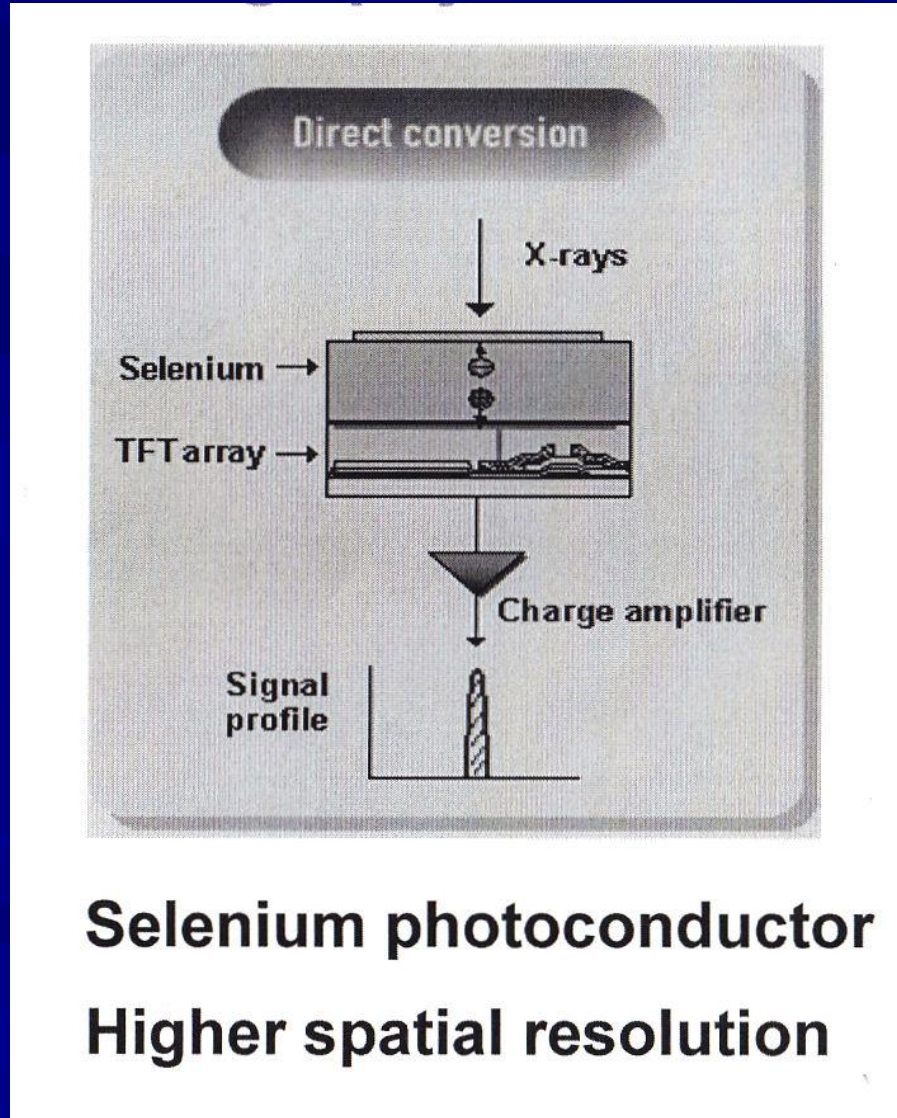
Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель прямого преобразования



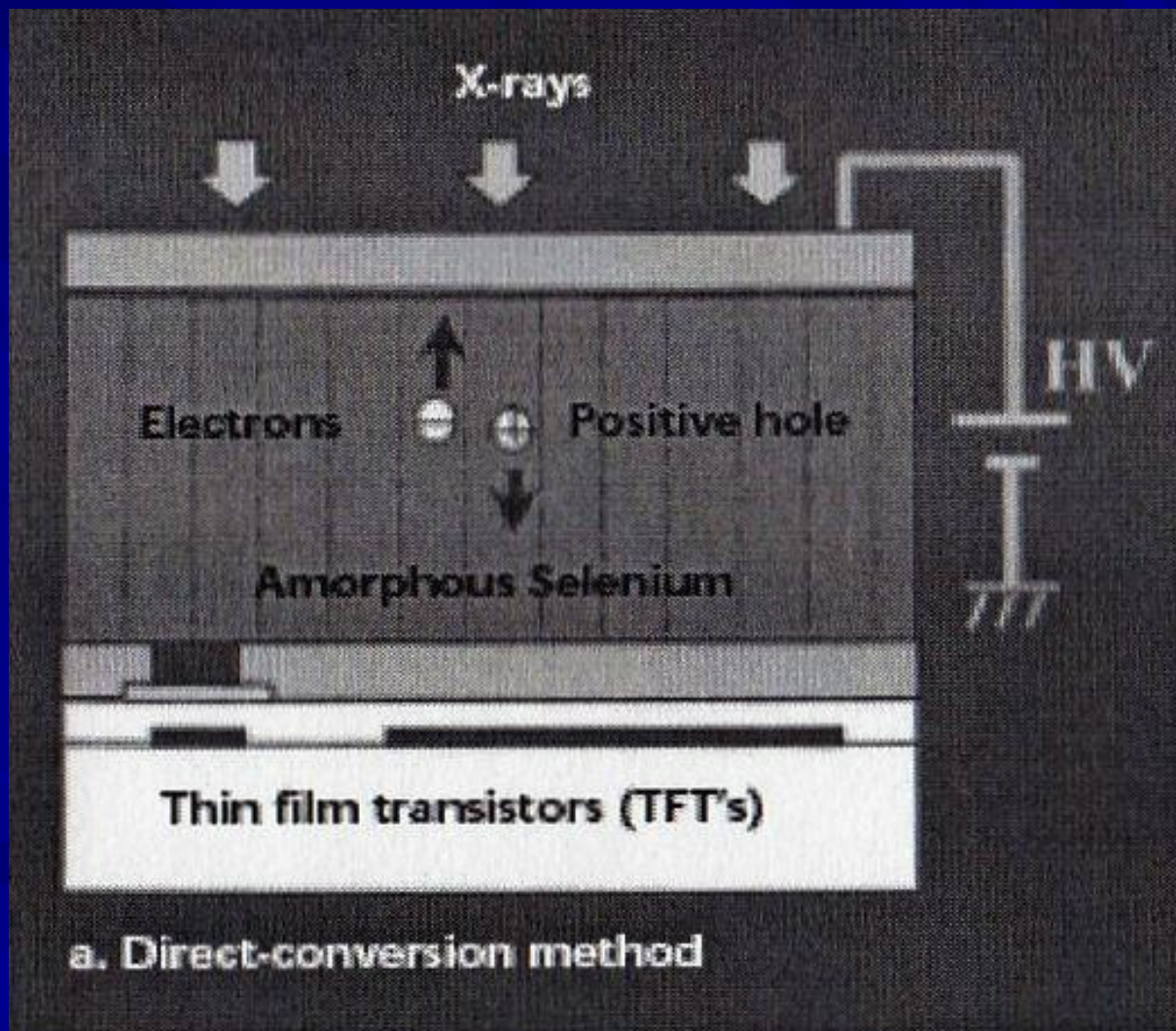
Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель прямого преобразования



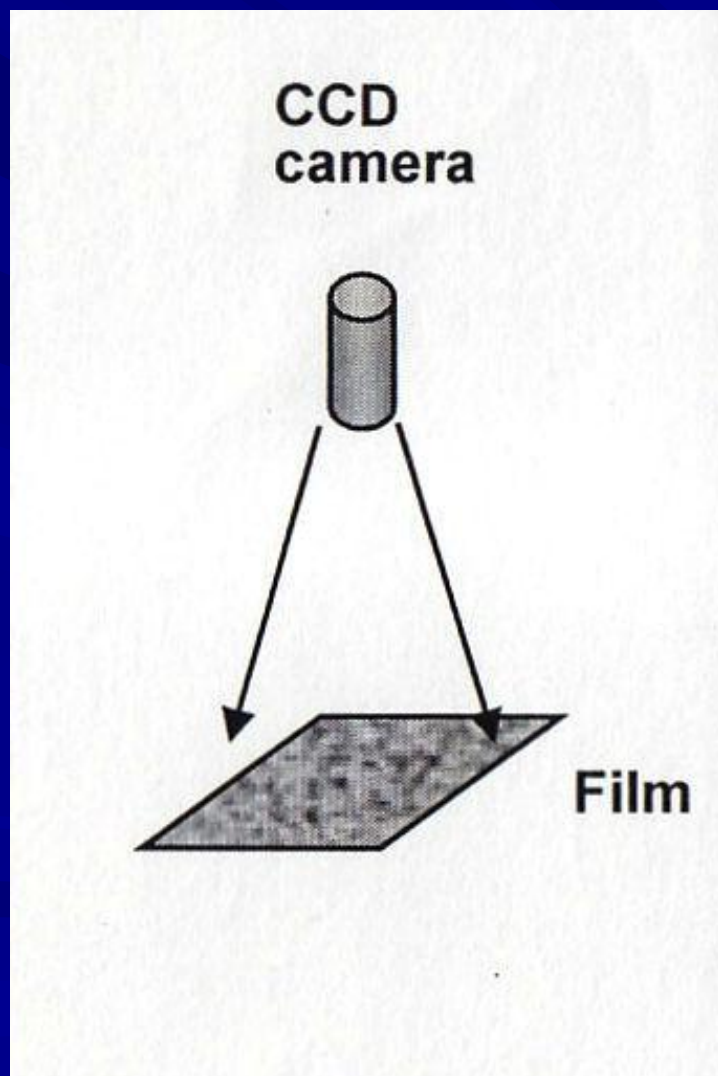
Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель прямого преобразования

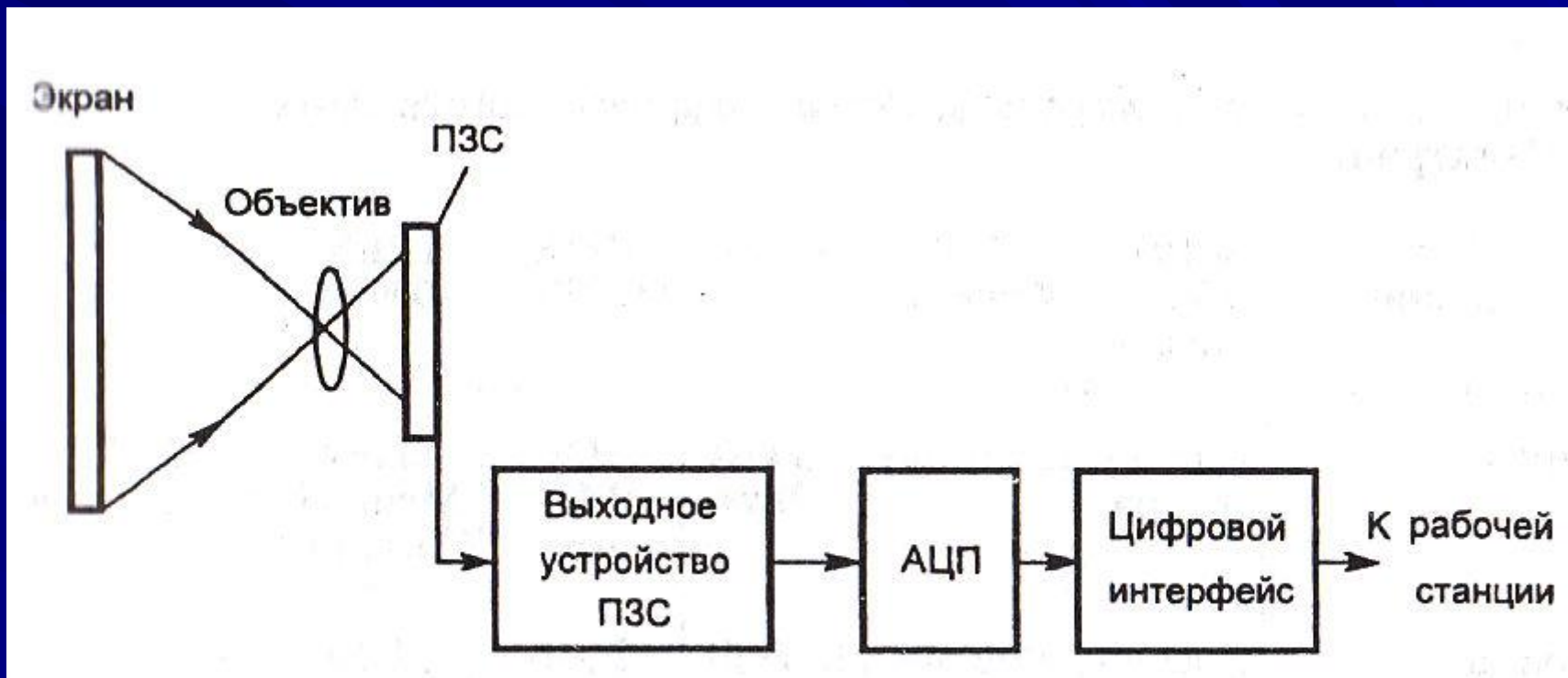


Цифровые приемники рентгеновского изображения

Экран + оптика + ПЗС-матрица



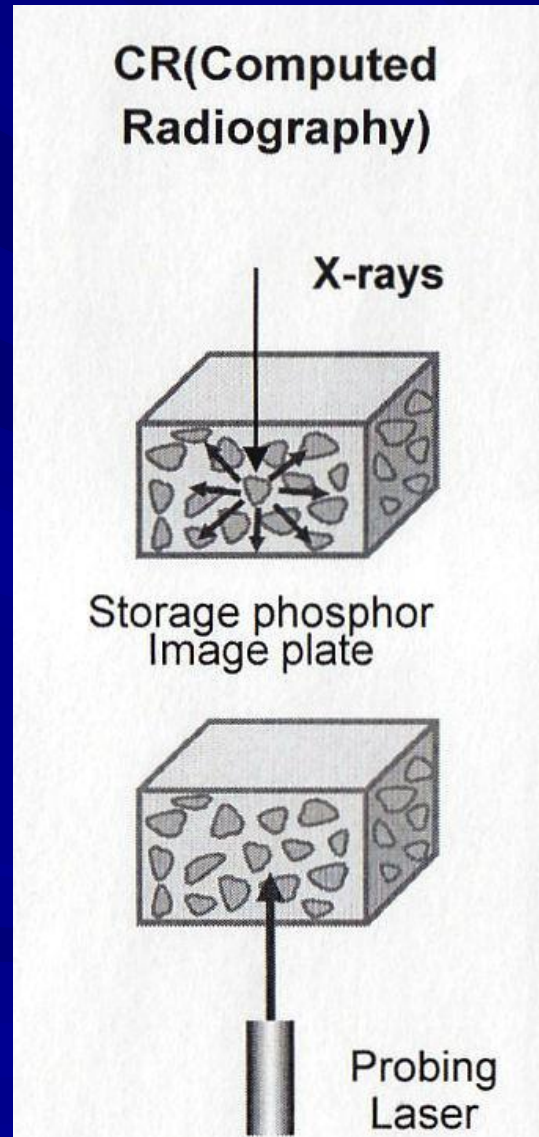
Экран + оптика + ПЗС-матрица



**Функциональная схема приемника
экран - оптика - ПЗС-матрица.**

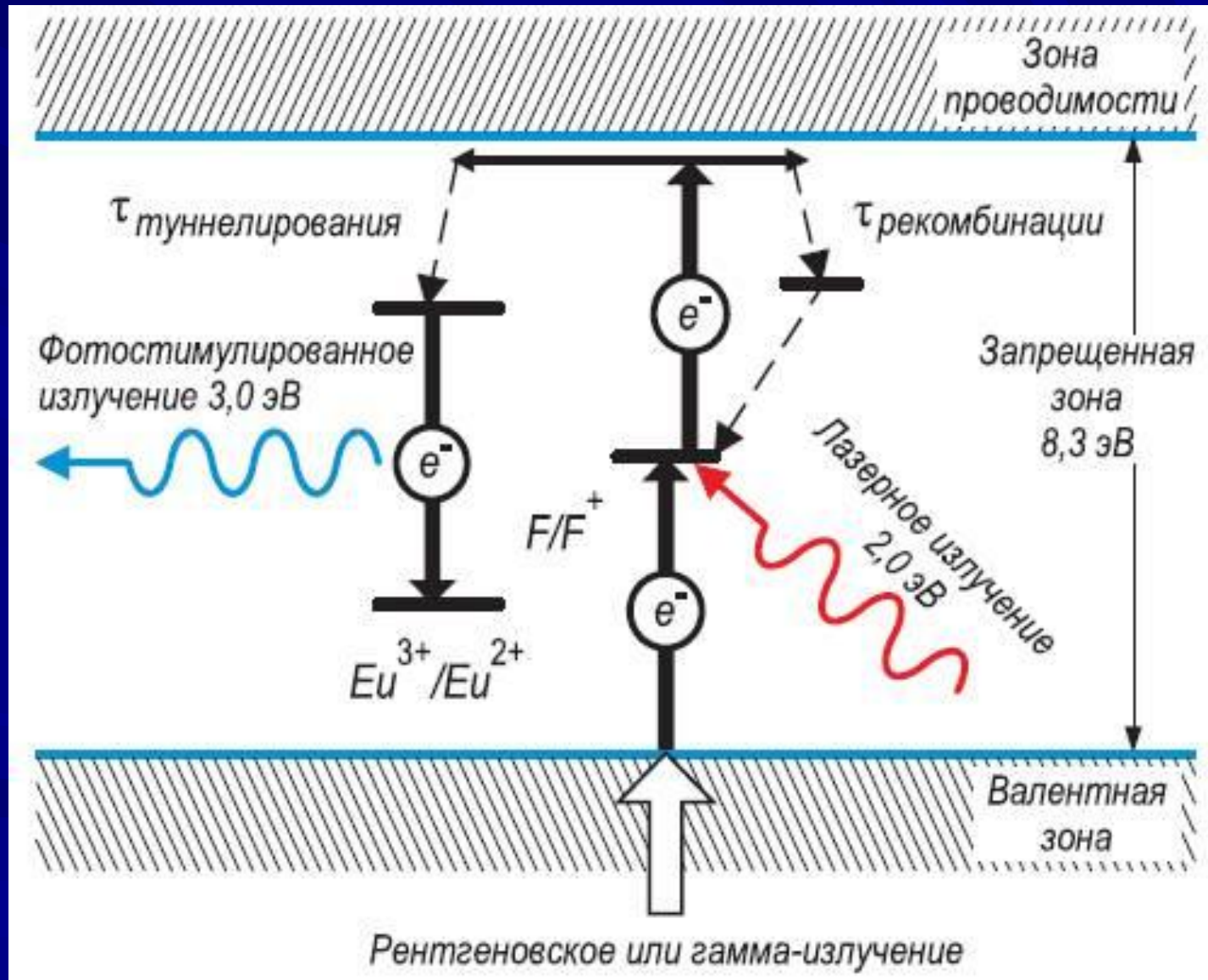
Цифровые приемники рентгеновского изображения

Экран с фотостимулируемым люминофором



Экран с фотостимулируемым люминофором

Принцип действия



Экран с фотостимулируемым люминофором

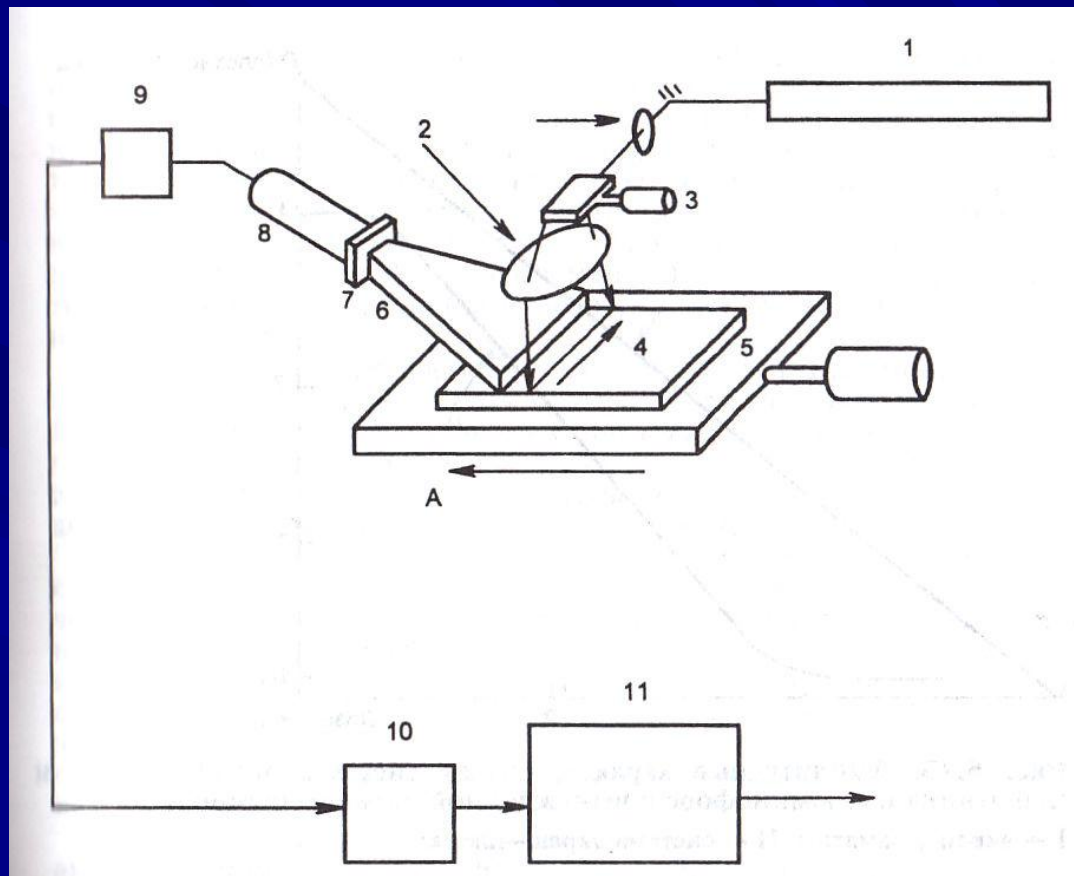
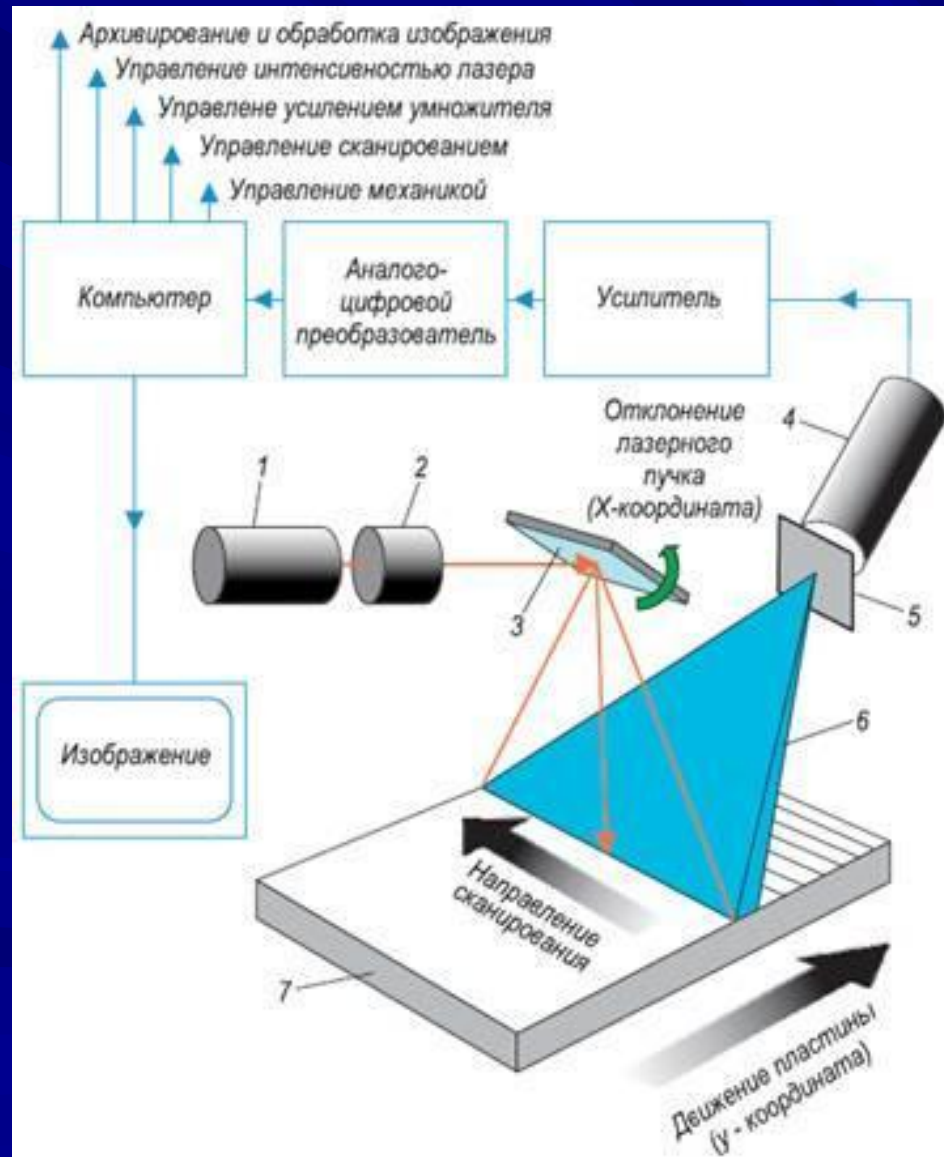


Схема приемника на базе люминофора с памятью и вынужденной люминесценцией.

- 1 - лазер; 2 - фокусирующая оптика; 3 - сканирующее зеркало;
4 - экран с памятью; 5 - подвижное основание;
6 - световод, собирающий свет; 7 - фильтр; 8 - ФЭУ; 9 - усилитель;
10 - АЦТТ; 11 - канал цифровой обработки; А - сдвиг между строками.

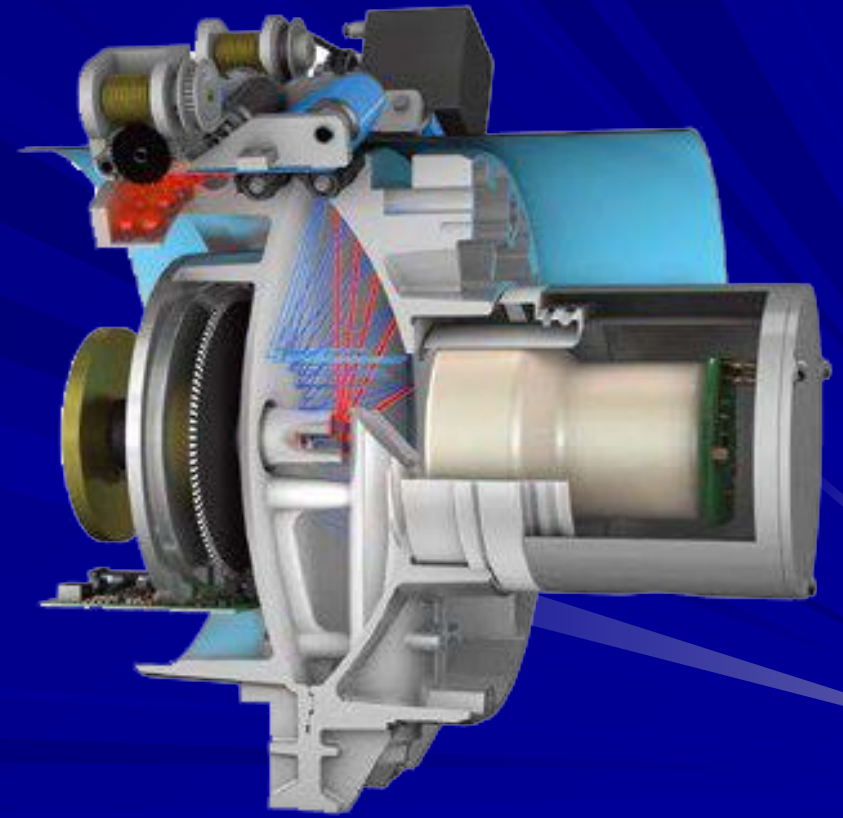
Экран с фотостимулируемым люминофором

Структурная схема



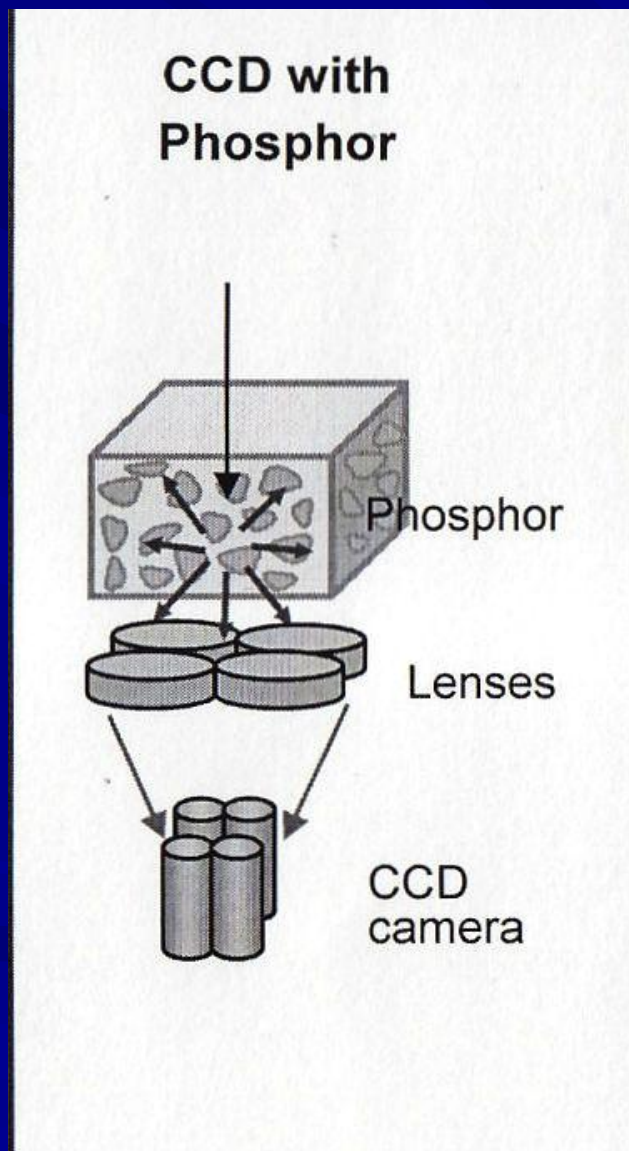
Экран с фотостимулируемым люминофором

Конструкция

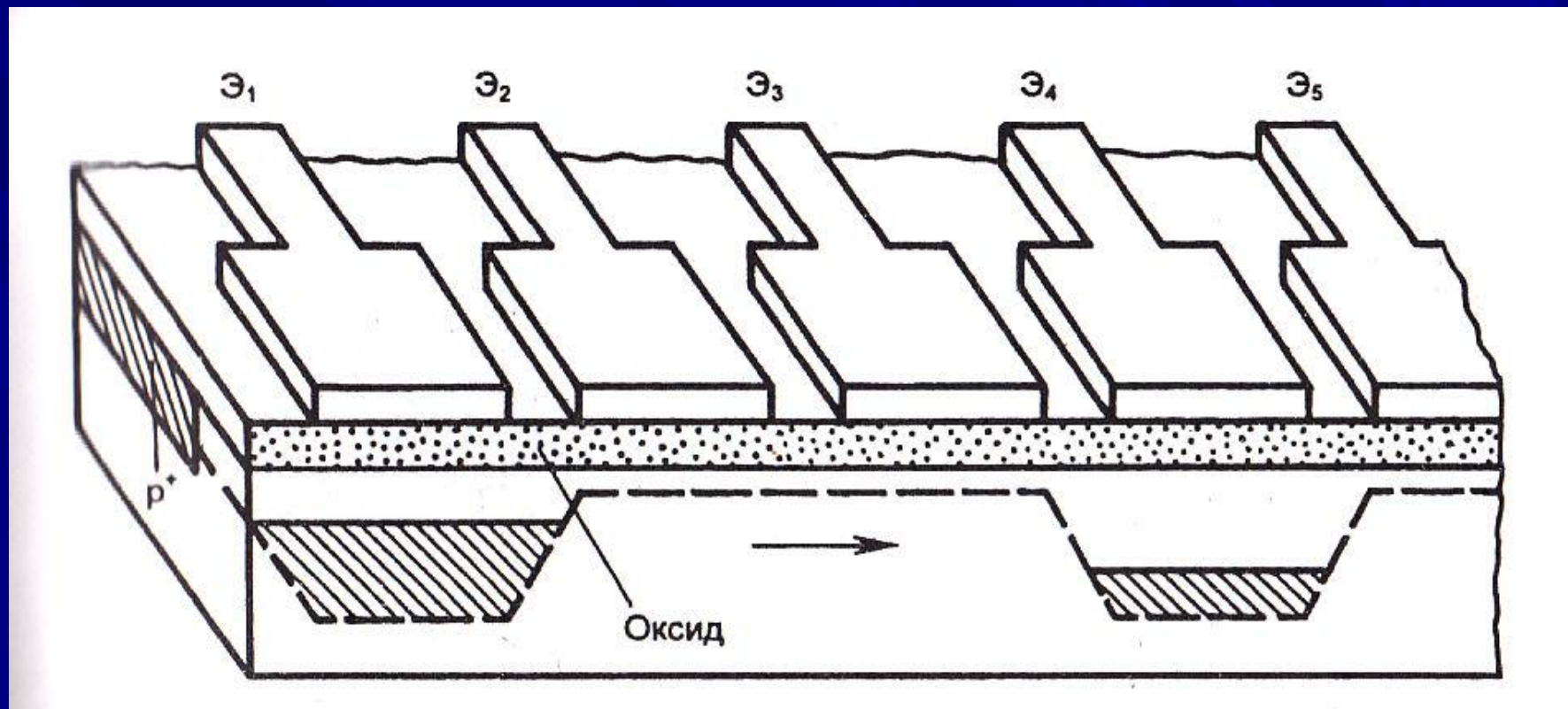


Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель непрямого преобразования



Рентгеночувствительная ПЗС/КМОП-матрица



Трехфазная ПЗС-структура

Рентгеночувствительная ТЗС/КМОП-матрица

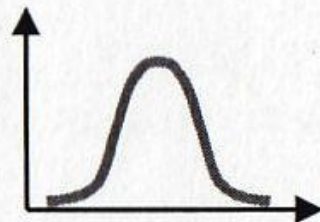
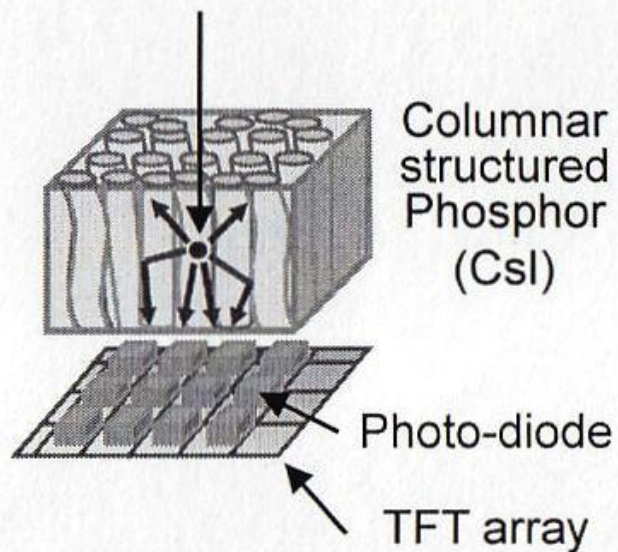
Внешний вид



Цифровые приемники рентгеновского изображения

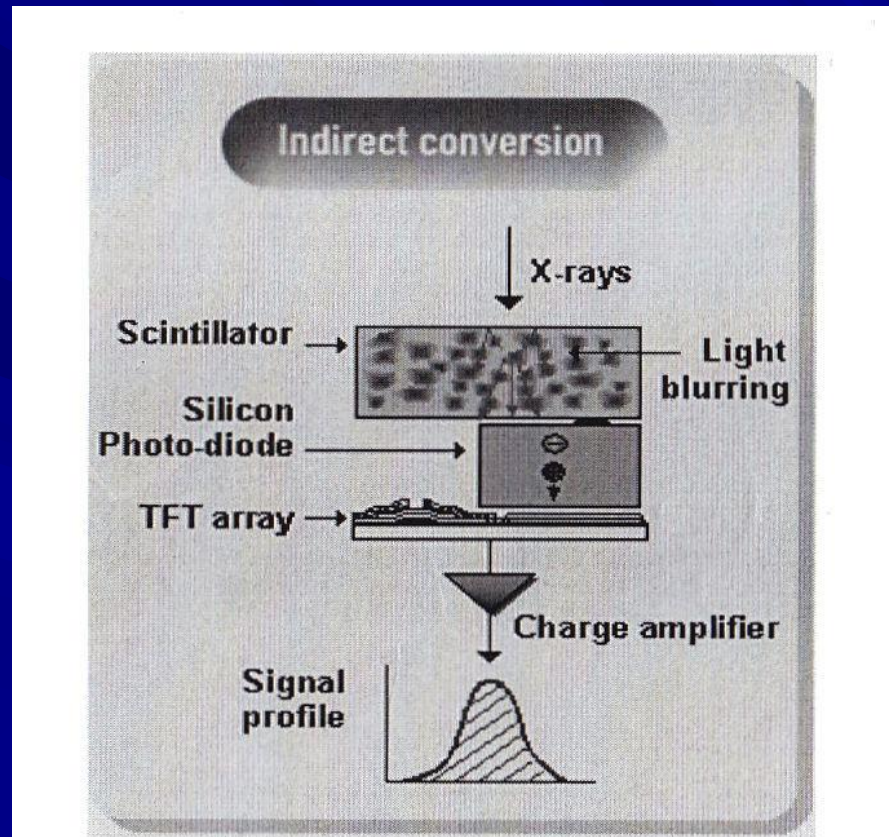
Электронная панель непрямого преобразования

Phosphor with
Photodiode, TFT array



Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель непрямого преобразования

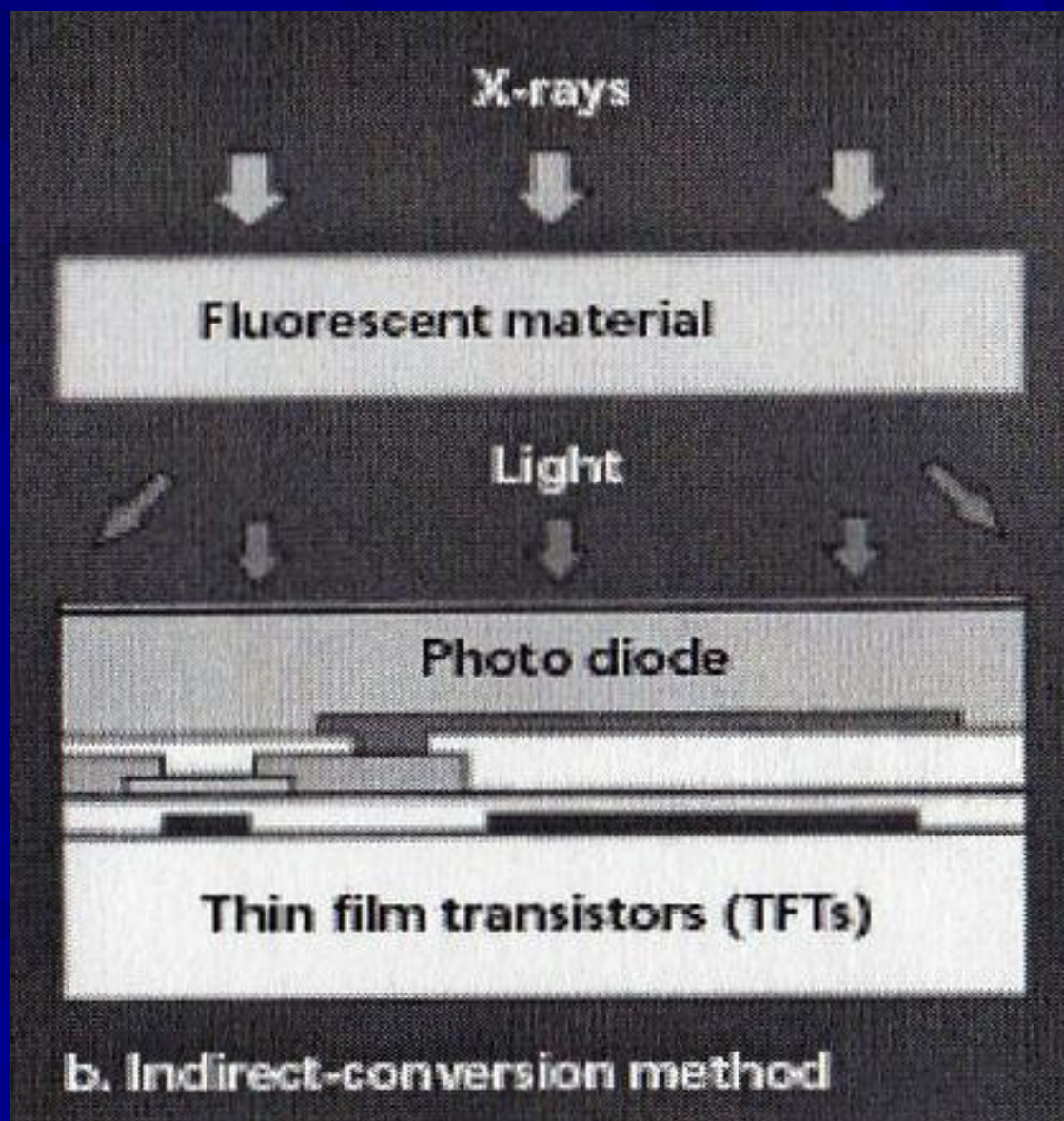


Scintillator + photodiode

Lower spatial resolution

Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель непрямого преобразования



Цифровые приемники рентгеновского изображения

Электронная панель непрямого преобразования

