



Современные системы цифрового телевидения

Старт 2-клик
Стоп - 1 клик

Лекция 8

Стереоскопическое, многокурсное и объемное телевидение

ФИО преподавателя: Смирнов

Александр Витальевич

e-mail: av_smirnov@mirea.ru



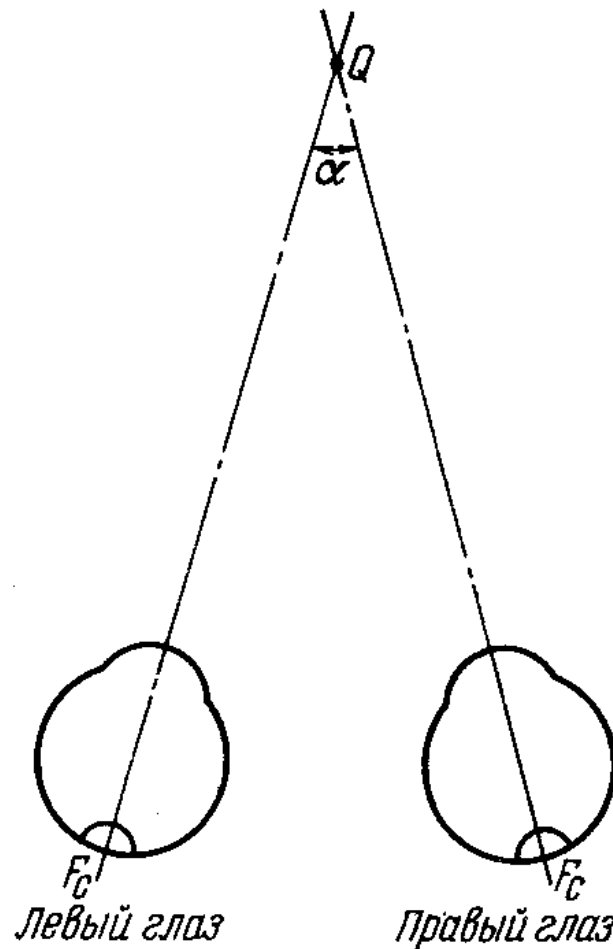


Восприятие расстояний до объектов

Аккомодация - фокусировка изображения объекта на сетчатке глаза путем изменения кривизны хрусталика. Чем ближе объект, тем сильнее должны сжимать хрусталик окружающие мышцы.

Конвергенция - ощущение расстояния создается напряжением мышц, поворачивающих глаза так, чтобы изображения точки Q попали на симметричные участки сетчаток двух глаз. α - *угол конвергенции*.

Это основной механизм восприятия расстояния до объекта.





Ощущение объема

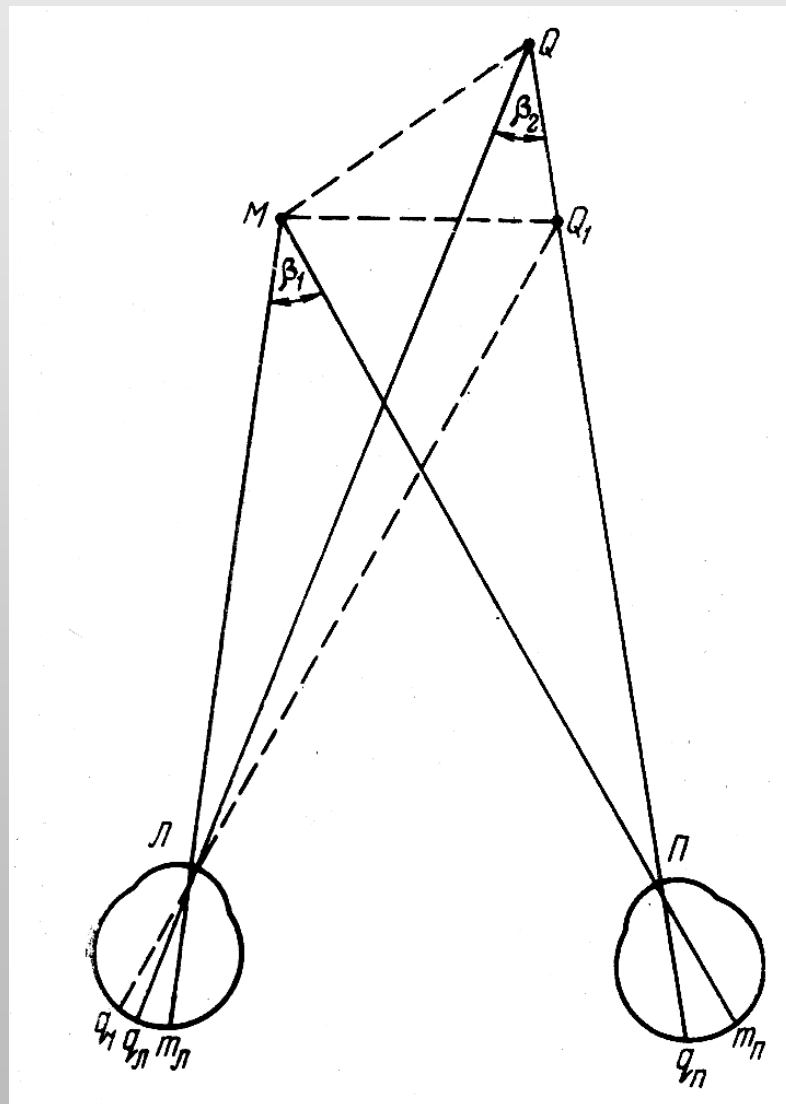
Если глаза конвергированы на одну из точек М или Q, то изображения другой точки окажутся на несоответствующих (диспаратных) участках сетчаток двух глаз.

Это и создает ощущение объемности объектов.

Условие восприятия объема:

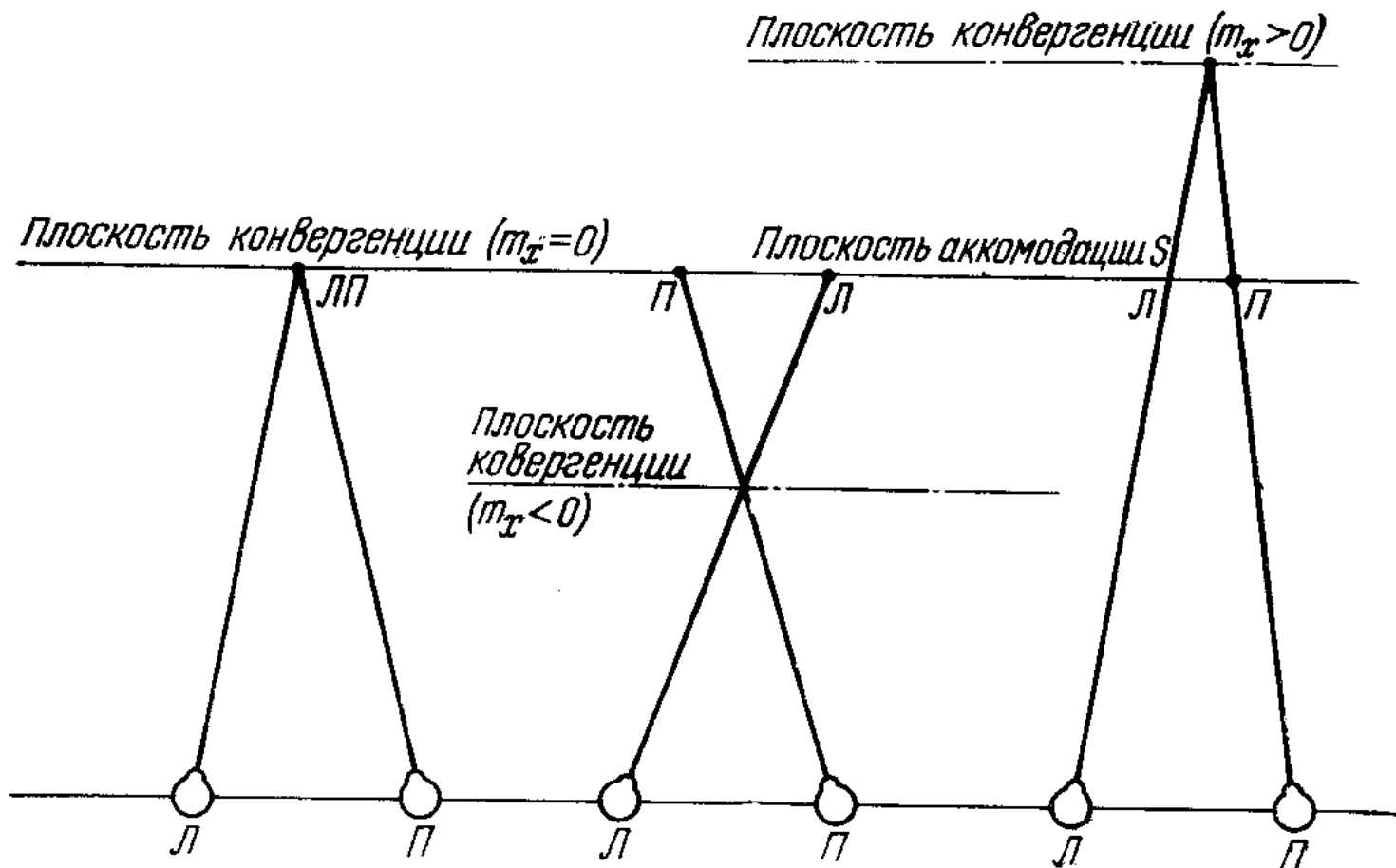
$$10'' \dots 20'' < |\beta_1 - \beta_2| < 60' \dots 70'$$

При выходе из этого диапазона вниз объект воспринимается плоским, а при выходе из диапазона вверх объект раздваивается.





Воспроизведение стерео изображений





Эффект объемности на экране

Аккомодация глаз всегда на плоскость экрана.

В случае **а)** конвергенция также на плоскость экрана и объект воспринимается в этой плоскости.

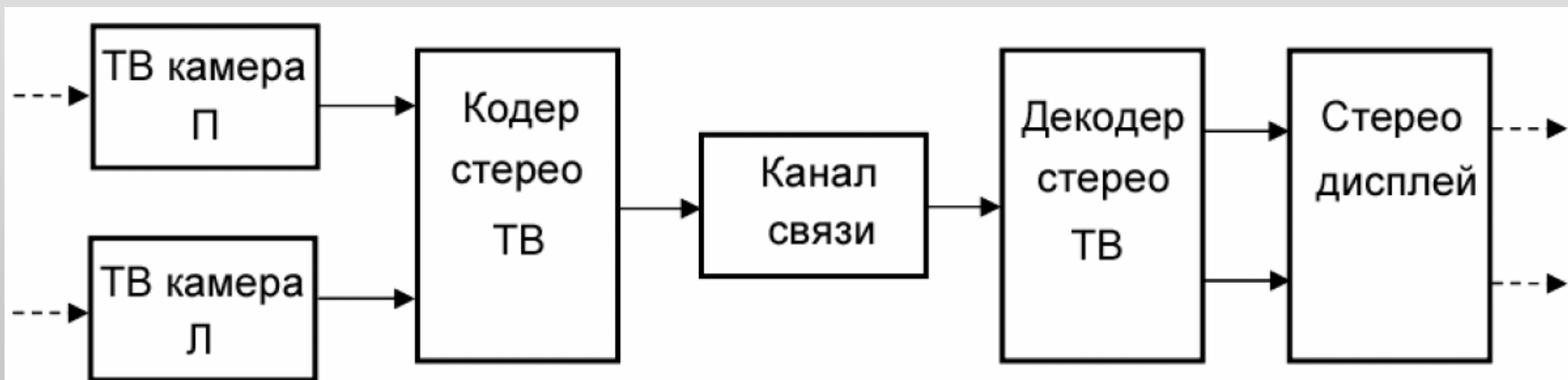
В случае **б)** объект воспринимается ближе, чем экран, а в случае **в)** - дальше.

Различие плоскостей аккомодации и конвергенции может создать некоторый дискомфорт, особенно при небольшом расстоянии до экрана.

При конвергенции на разные объекты не изменяется фокусировка других объектов.



Структура стереотелевизионной системы





Варианты разделения стереопары с использованием очков

1. **Разделение по цвету** (анаглифный метод).

Этот метод ограничивает возможность получения цветов в стереоизображении.

2. **Разделение по поляризации** левого и правого изображений.

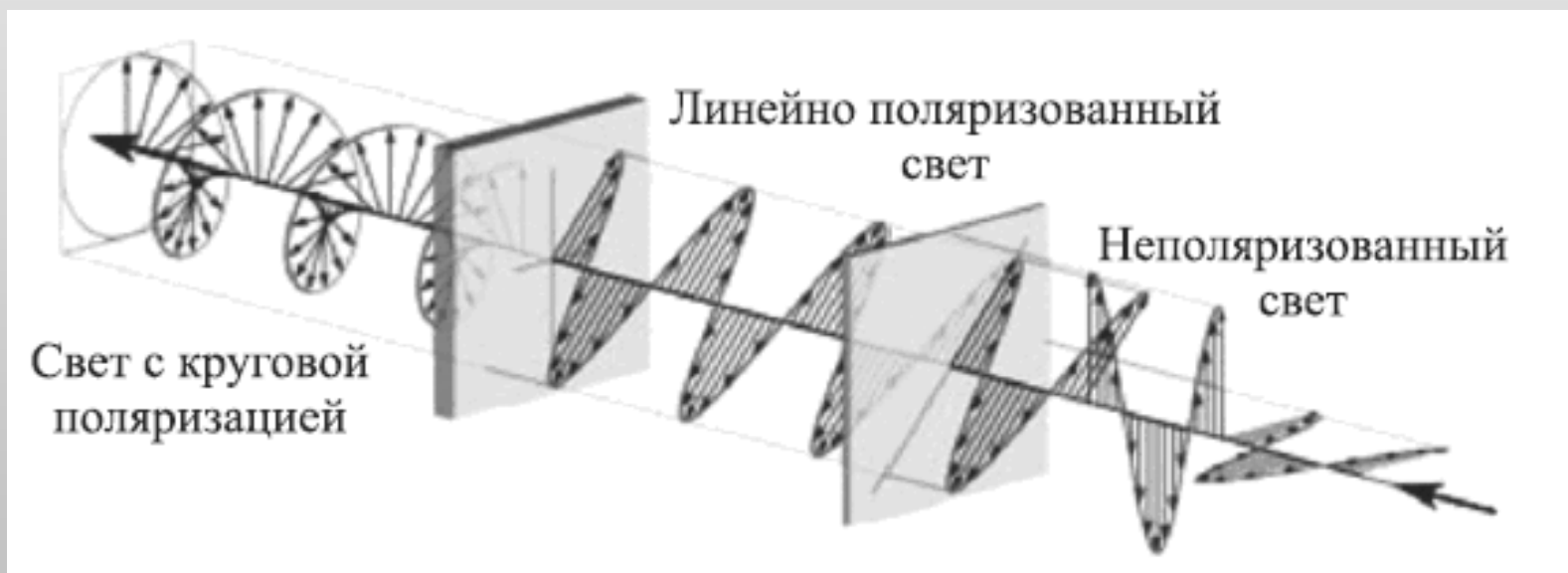
В этом методе простые и легкие очки. Просто реализуется в проекционных системах, но трудно сделать экран монитора.

3. **Разделение по времени.**

Относительно просто реализуется на экранах мониторов, но необходимы сложные очки с оптическими затворами. Создает утомление при длительном просмотре.



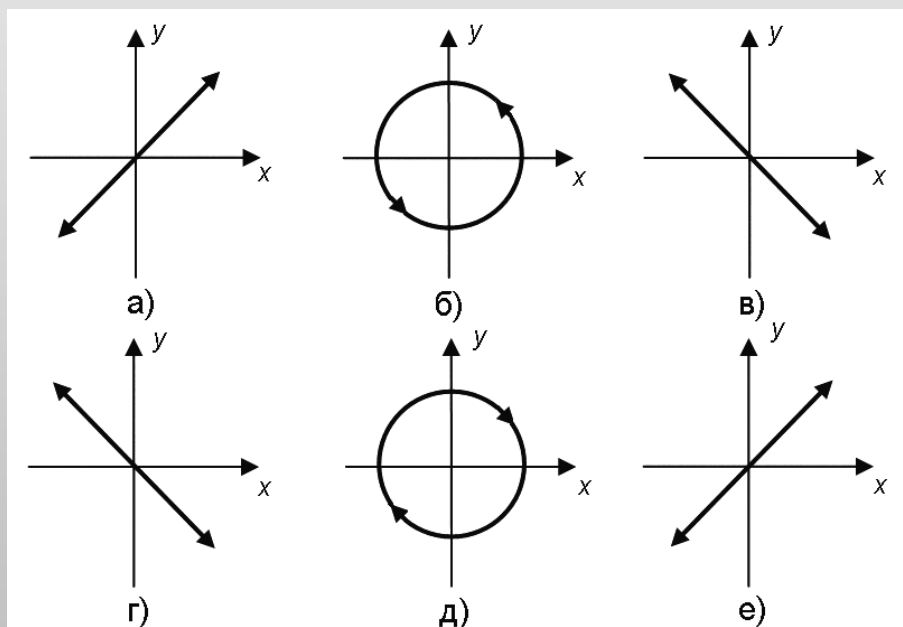
Получение света с круговой поляризацией



После прохождения четвертьволновой пластинки разность фаз волн, поляризованных вдоль ее главных направлений, изменяется на $\pi/2$.



Преобразование линейной поляризации в круговую и обратно



а и г – линейно поляризованные волны до пластинки
б и д – полученные из них волны с круговой поляризацией
в и е – волны после повторного прохождения пластинки

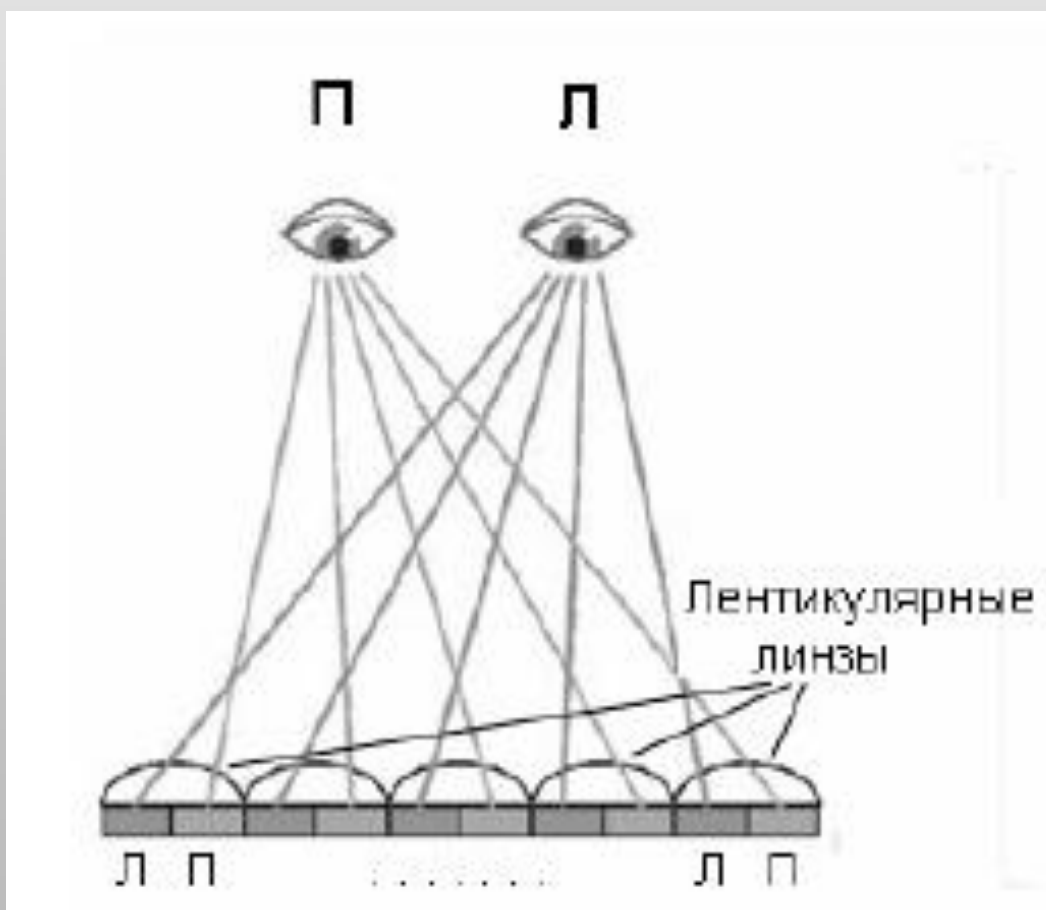


Чересстрочное воспроизведение стереопары с поляризационным разделением



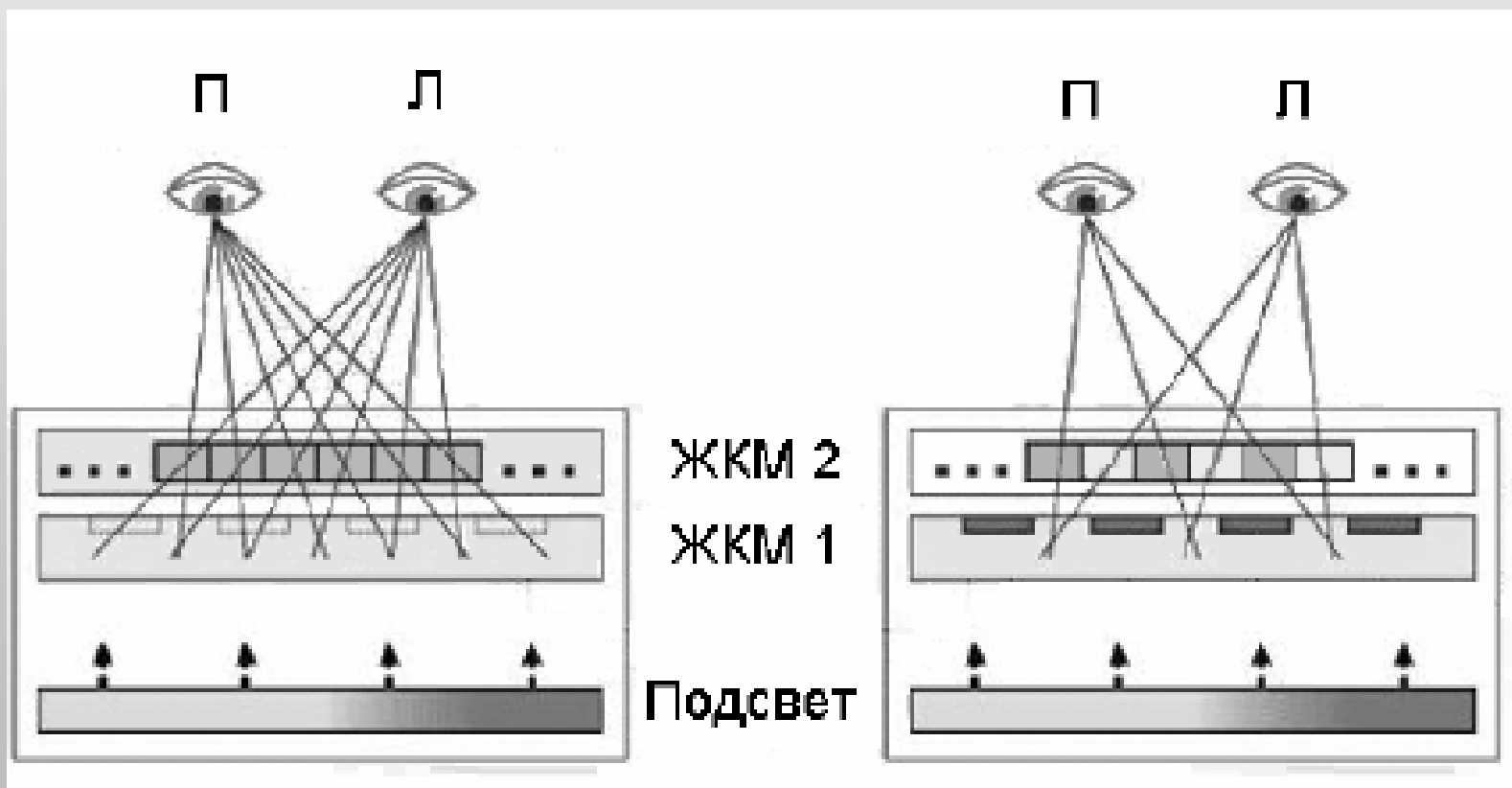


Автостереоскопический экран с лентикулярными линзами



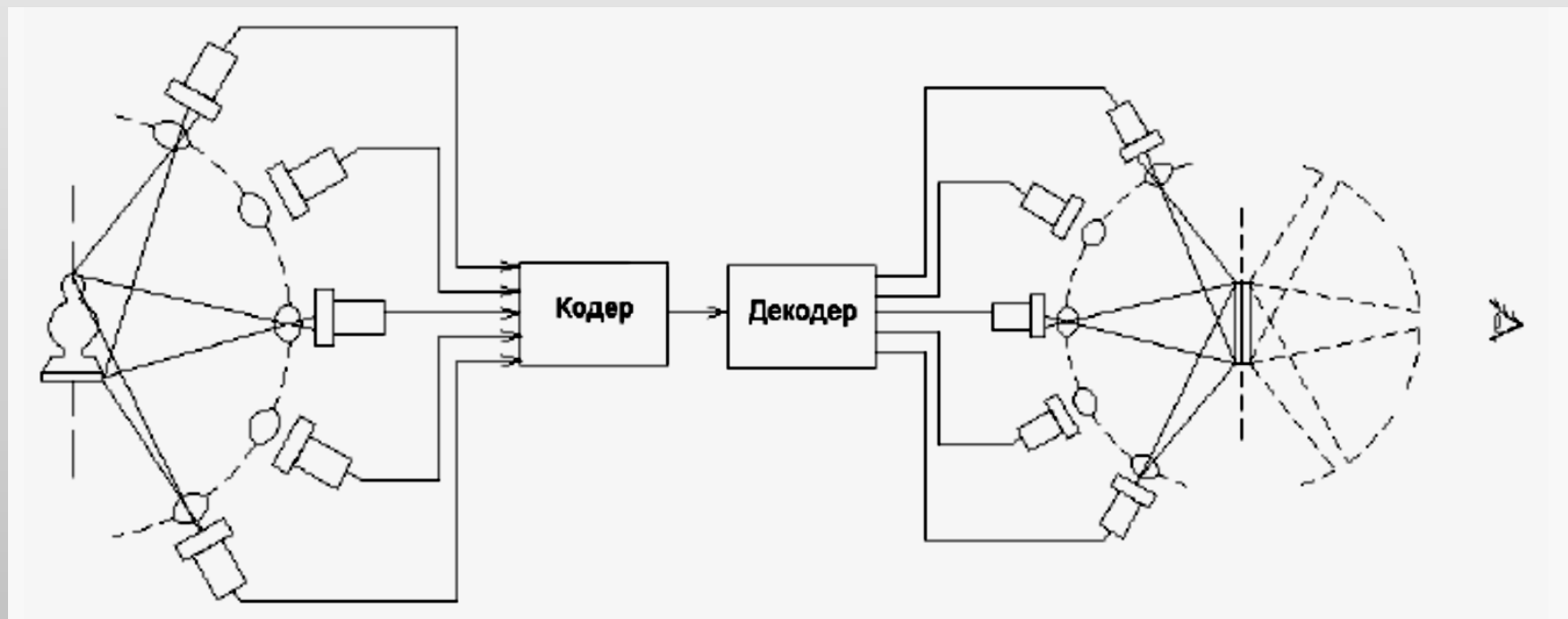


Автостереоскопический экран с параллаксом-барьером





Многоракурсная ТВ система





Пути реализации многоракурсного ТВ

1. Увеличить число вертикальных полосок в экране с параллакс-барьером. Тогда, смещаясь в сторону, зритель сможет последовательно наблюдать стереоскопические изображения в нескольких разных ракурсах.

Недостатки такого метода состоят в дискретности ракурсов и в уменьшении горизонтального разрешения.

2. Смена пары изображений, выводимых на стереоскопический дисплей, в зависимости от положения зрителя. Этот способ может быть реализован в системах с очками и без очков. Его достоинством является независимость разрешения по горизонтали и по вертикали от количества возможных ракурсов. Существенным ограничением возможностей данного варианта является то, что при наличии нескольких зрителей, все они будут видеть одно и то же изображение.



Кодирование сигналов стерео ТВ

Для наилучшего использования возможностей цифровых технологий необходим учет свойств сигналов стереотелевидения и особенностей их передачи. Кроме того, необходимо обеспечить совместимость 3D телевидения с 2D, чтобы прием программ стерео ТВ был возможен на обычные телевизоры с получением нормального двумерного изображения.

Различные способы передачи стереоскопического телевидения отражены в стандарте DVB 3D-TV, опубликованном в конце 2010 года. Этот документ определяет некоторые требования к 3D ТВ вещанию и приемным устройствам для него, не конкретизируя технические подробности.

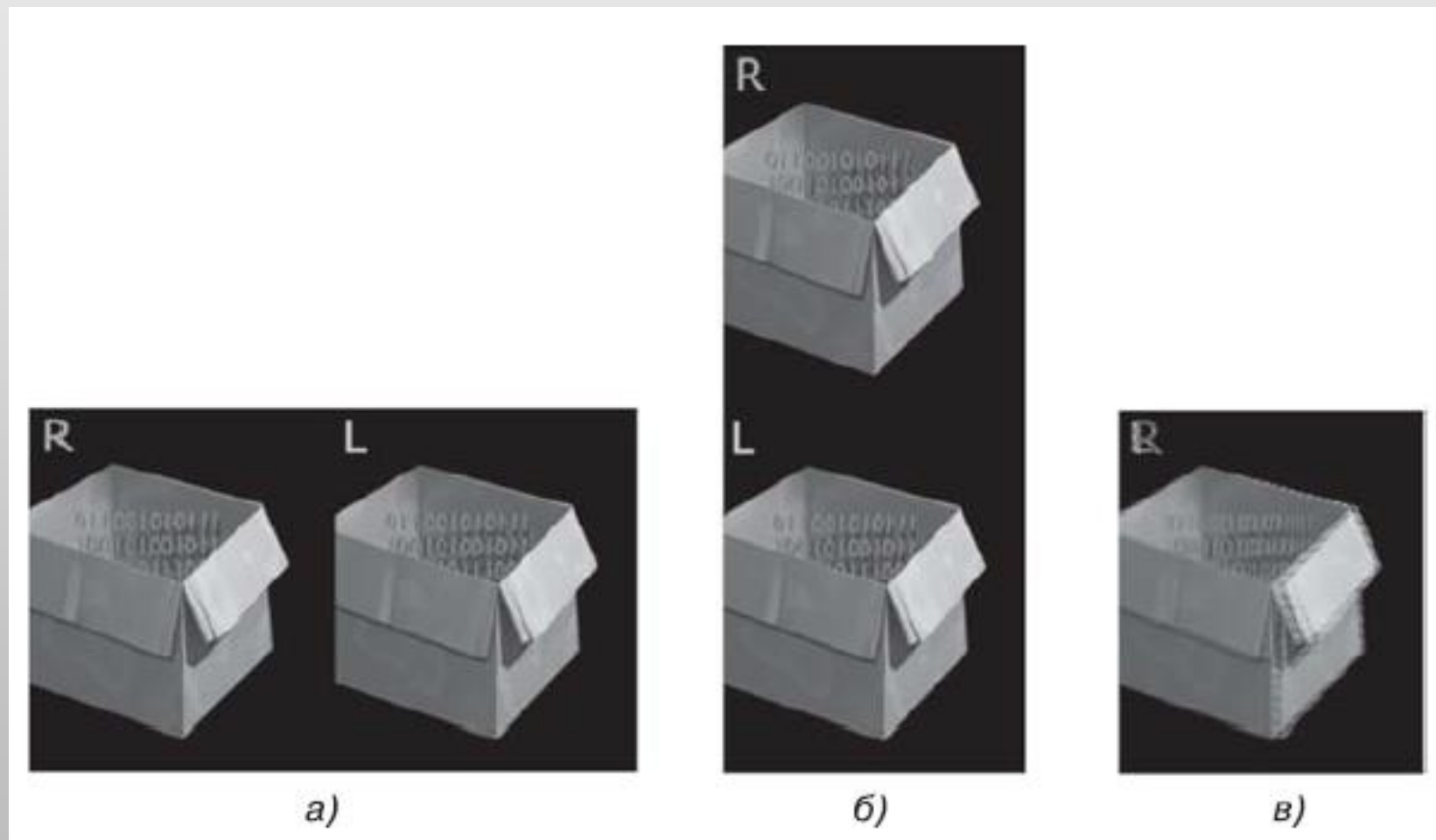


Поочередная передача кадров

При поочередной передаче кадров левого и правого изображений. сжатие передаваемого потока производится обычным кодером H.264. Этот вариант предназначен для стереодисплеев с активными (управляемыми) очками. Для отображения на дисплеях с разделением по поляризации или на автостереоскопических экранах приемное устройство должно выполнять преобразование принимаемой последовательности чередующихся кадров в две последовательности кадров, отображаемых одновременно.



Совместная передача двух кадров



10.8.20 а) Side-by-Side б) Top and Bottom в) Interlaced



Несовместимость с 2D ТВ

Описанные простые методы передачи стереопар называются совместимыми по кадру (Frame compatible). Они позволяют использовать обычный кодек H.264 и интерфейс HDMI для связи телевизора с приемной приставкой или плеером. Однако прием потока 3D вещания на стандартный 2D телевизор оказывается невозможным. Для различения сигналов 2D и 3D вещания в транспортном потоке должны передаваться дополнительные служебные данные, например, в составе EPG (Electronic Program Guide). Последующее развитие 3D ТВ предполагает переход к описанному ниже методу кодирования MVC 3D, обеспечивающему совместимость с 2D телевизорами (Service Compatible).



Стандарт MVC 3D

Стандарт *Multiview video coding* (MVC или MVC 3D), является дополнением к MPEG-4 AVC (H.264). Метод кодирования основан на том, что изображения, полученные в разных ракурсах, содержат много общей информации, а также имеют некоторые отличия.

Один из ракурсов принимается за опорный, и полученное в нем двумерное изображение кодируется обычным H.264. Изображения в остальных ракурсах предсказываются по опорному, и для них передаются векторы движения и ошибки предсказания. Такой метод называется **2D plus Delta**.

Алгоритм обеспечивает совместимость "назад". При поступлении кодированного многоракурсного потока на декодер обычного H.264, последний выполнит декодирование изображения опорного ракурса, а остальные проигнорирует. Таким образом, будет воспроизводиться двумерное изображение.



Метод 2D plus Depth (глубина)

Вместе с каждым кадром цветного двумерного изображения передается карта значений глубины, то есть расстояний до поверхностей объектов, представленных в кадре. По объему информации карта глубины эквивалентна черно-белому изображению с таким же количеством пикселей, как основное, и имеющему 256 градаций яркости для каждого пикселя, то есть 256 возможных значений глубины.

Перед воспроизведением по 2D изображению и карте глубины синтезируются два изображения, составляющие стереопару. Для этого необходим достаточно мощный процессор и программное обеспечение. Непосредственное воспроизведение кодированной таким методом видеоинформации на стандартных 3D дисплеях невозможно.

Одной из областей применения кодирования 2D plus Depth является преобразование 2D видеоматериалов в 3D путем автоматизированного создания карт глубины для всех кадров.



Пример карты глубины



2D изображение



Карта глубины



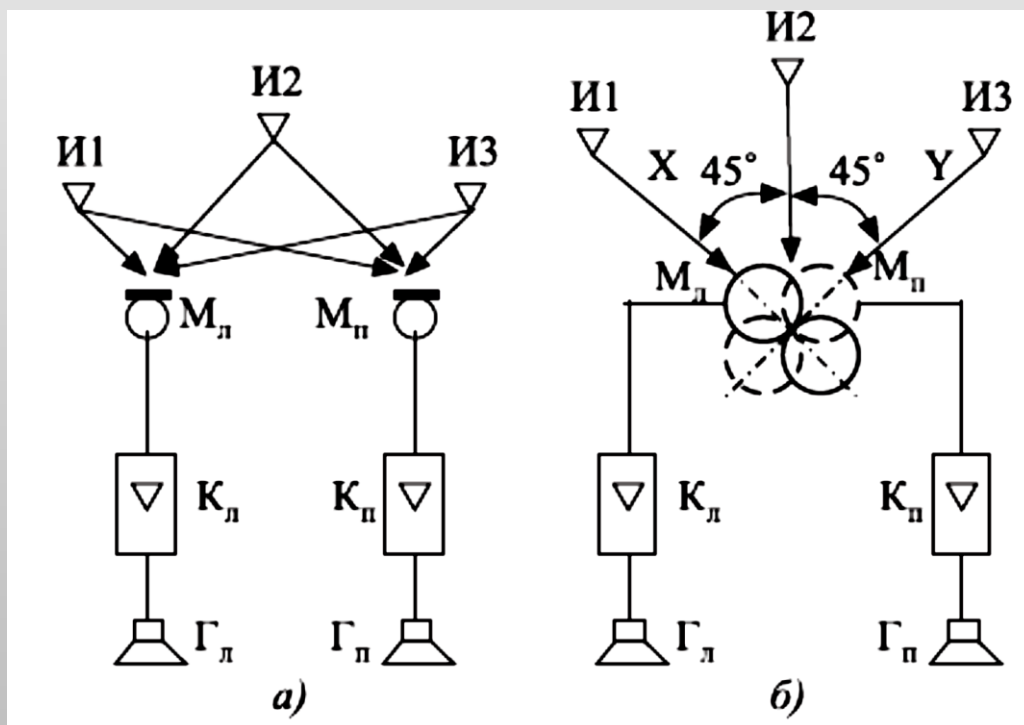
Дальнейшее развитие методов

Расширением описанного метода является формат Declipse, в соответствии с которым для каждого 2D кадра дополнительно передается изображение фона, перед которым расположены объекты, и карта глубины для фона. Это позволяет синтезировать и отображать многоракурсные изображения, учитывая изменения видности фона при смещении зрителя.

Все эти методы, однако, не позволяют учитывать взаимное перекрытие объектов и такие их оптические свойства, как полупрозрачность, возникновение бликов на поверхностях, преломление света и др. Для устранения этих ограничений необходимо передавать еще больше информации о каждой сцене.



Получение сигналов стереофонического звука

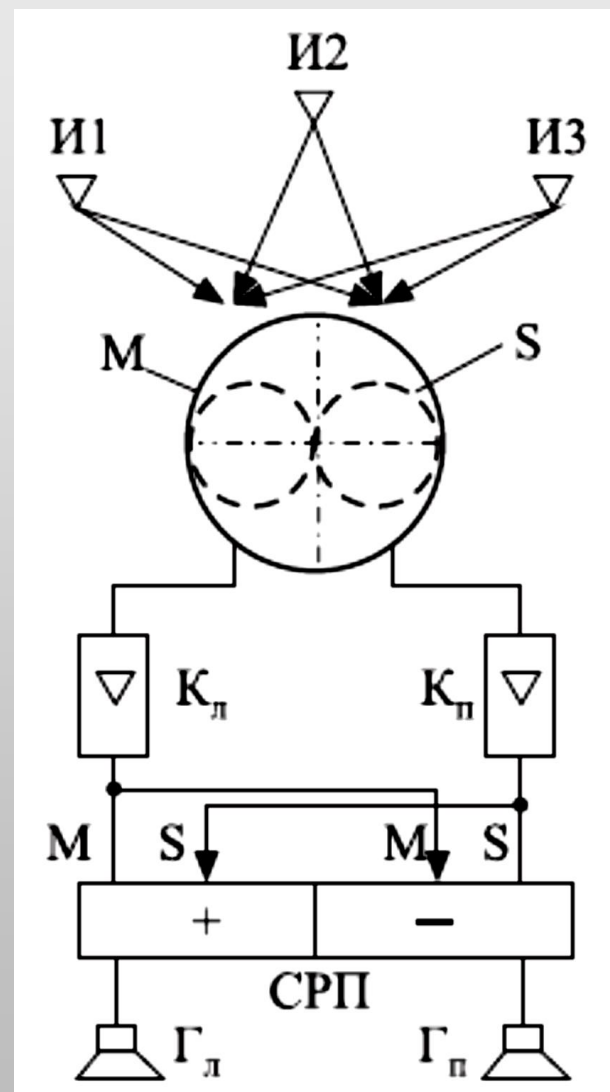


а) - система АВ; б) - система XY.



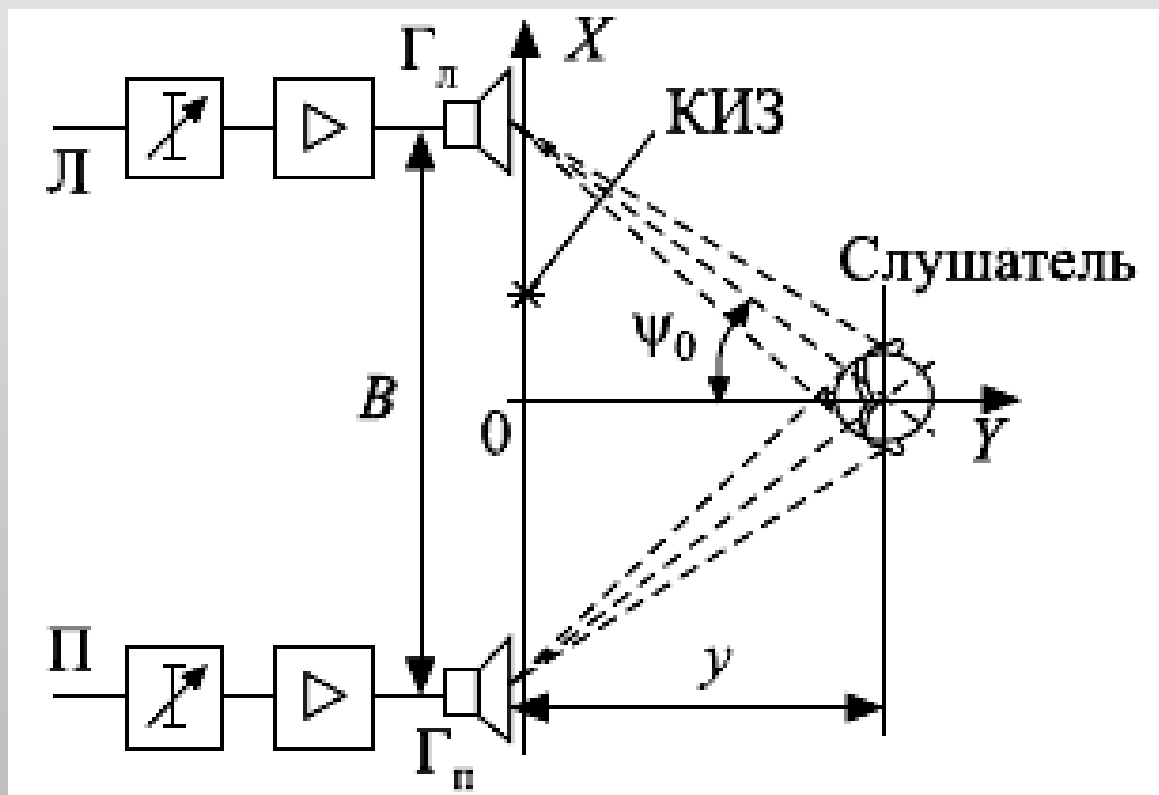
Система стереозвука MS

СРП - суммарно-разностный преобразователь.





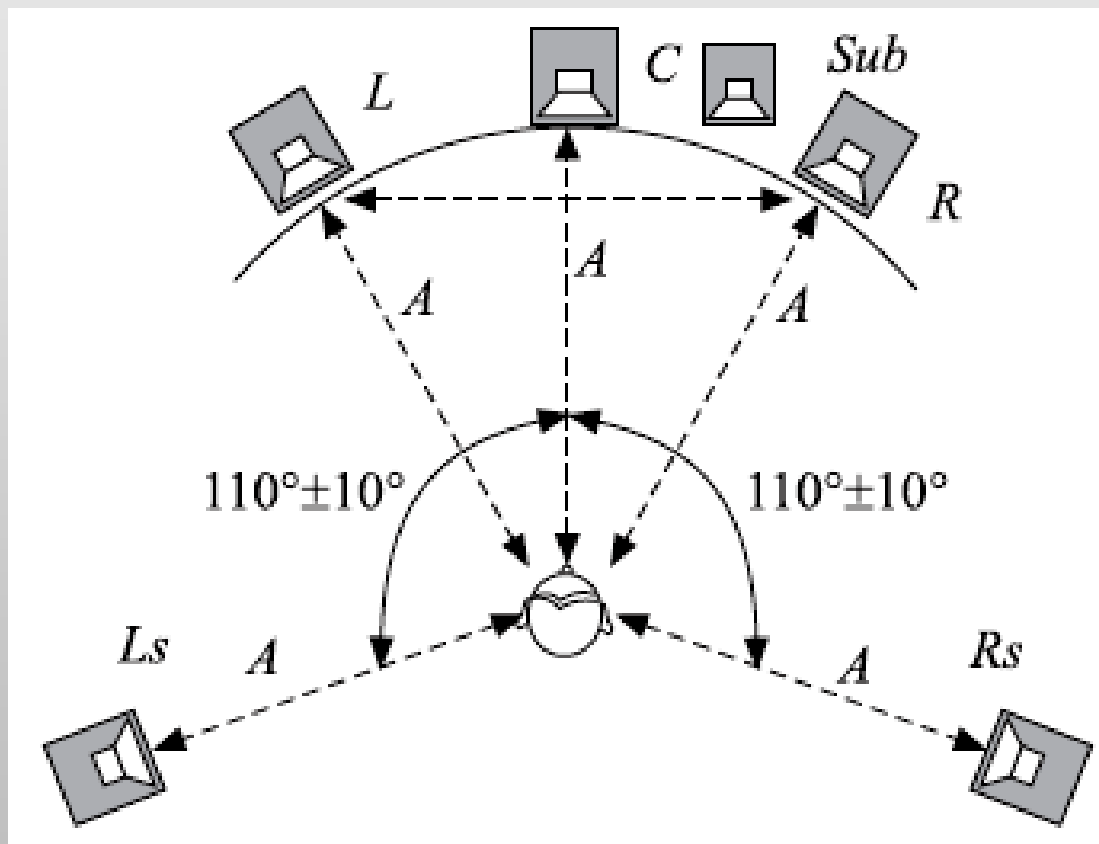
Воспроизведение стереофонического звука



КИЗ - Кажущийся источник звука. B - ширина стереобазы.



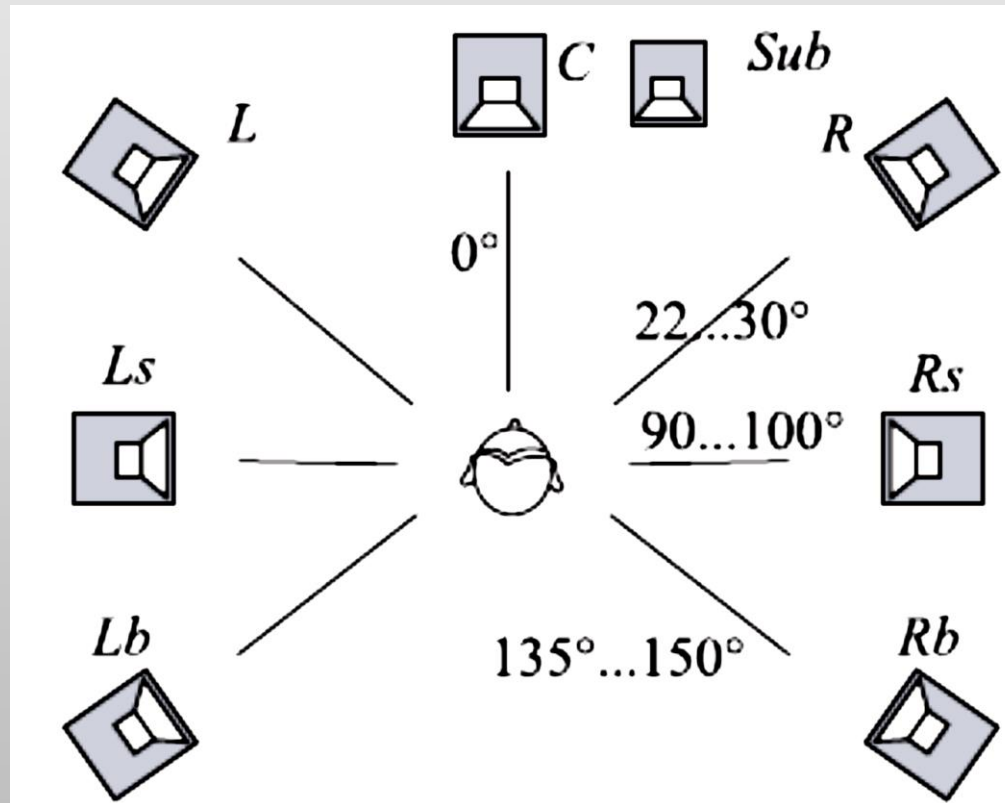
Система многоканального звука 5.1



$$\begin{aligned} \Pi &= L + 0,7071C + 0,7071Ls; \\ \Pi &= R + 0,7071C + 0,7071Rs \end{aligned}$$



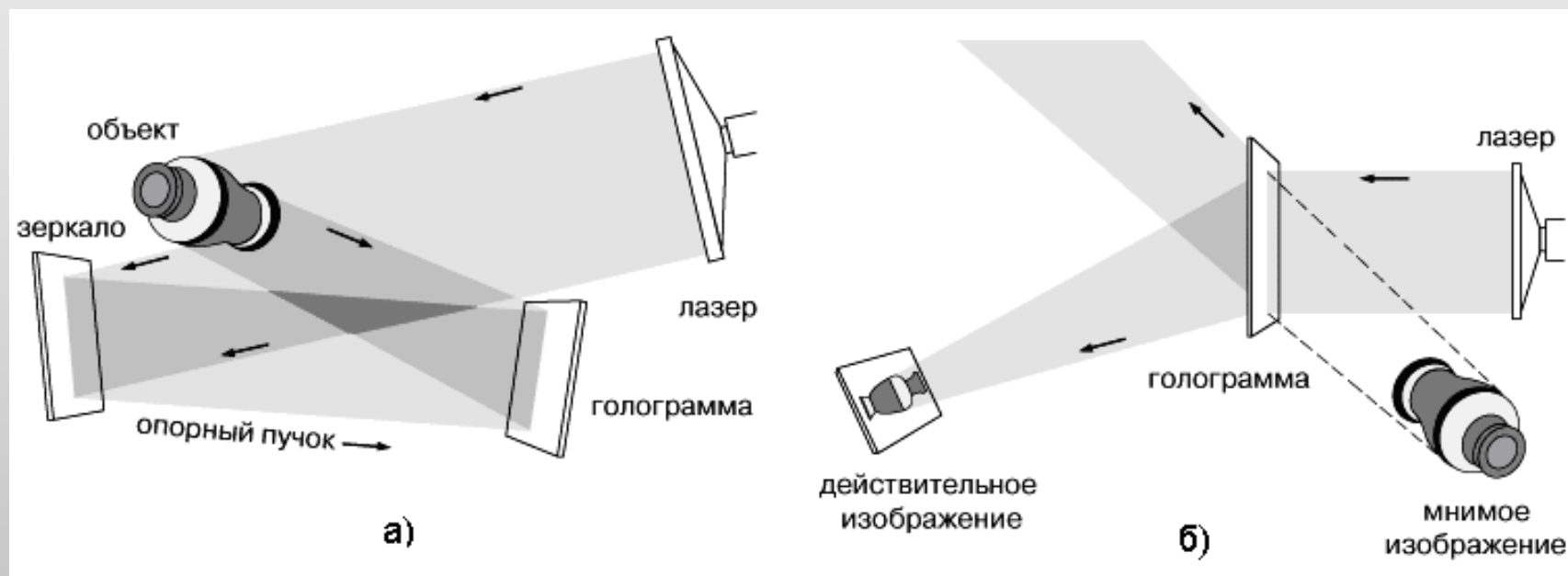
Система многоканального звука 7.1



$$\begin{aligned} \Pi &= L + 0,7071C + 0,7071Ls + 0,7071Lb; \\ \Pi &= R + 0,7071C + 0,7071Rs + 0,7071Rb \end{aligned}$$



Голография



При записи (а) рассеянный и опорный пучки света интерферируют, и интерференционная картина фиксируется на фотопластинке.

При воспроизведении (б) рассеянные голограммой световые волны модулируются записанной на ней информацией.



Голография - продолжение

Часть этих световых волн создает сходящийся пучок света. Если поместить в этот пучок проекционный экран, то на нем отобразится действительно изображение объекта. Другая часть рассеянных волн создаст расходящийся пучок света. Зритель, находящийся в зоне распространения этого пучка, будет видеть мнимое (виртуальное) изображение объекта, расположенное в области, в которой сходятся продолжения лучей расходящегося пучка. **Именно это изображение и создает иллюзию реального объекта.** Зритель может рассматривать его в разных ракурсах, причем аккомодация и конвергенция глаз настраиваются на одно расстояние, что повышает естественность восприятия.

Отметим, что лазер обязательно необходим при записи голограммы, так как только он может обеспечить требуемую когерентность рассеянного и опорного пучков света. Наблюдать голограмму можно и с помощью источников света, не обладающих такой степенью когерентности.



О применении голографии в ТВ

Для воспроизведения движущихся голографических изображений необходимо решить много сложных научно-технических задач.

Во-первых, голограмма объекта нормальных размеров содержит огромный объем информации, причем отдельные ее детали имеют размеры порядка длины волны света - меньше микрона.

Преобразование интерференционной картины в электрический сигнал с помощью ПЗС или КМОП матрицы пока что не представляется возможным. Более реальный на сегодня путь - синтез интерференционной картины в телевизоре по описанию сцены, например, формата Declipse. Но при этом необходимо с большой скоростью выполнять огромный объем вычислений.

Во-вторых, воспроизведение голограммы по электрическому сигналу требует создания оптического модулятора с размерами элементов также менее 1 мкм. Эта задача тоже пока не решена. Среди возможных путей ее решения, помимо уменьшения элементов ЖК модуляторов, рассматриваются акустооптические преобразователи.



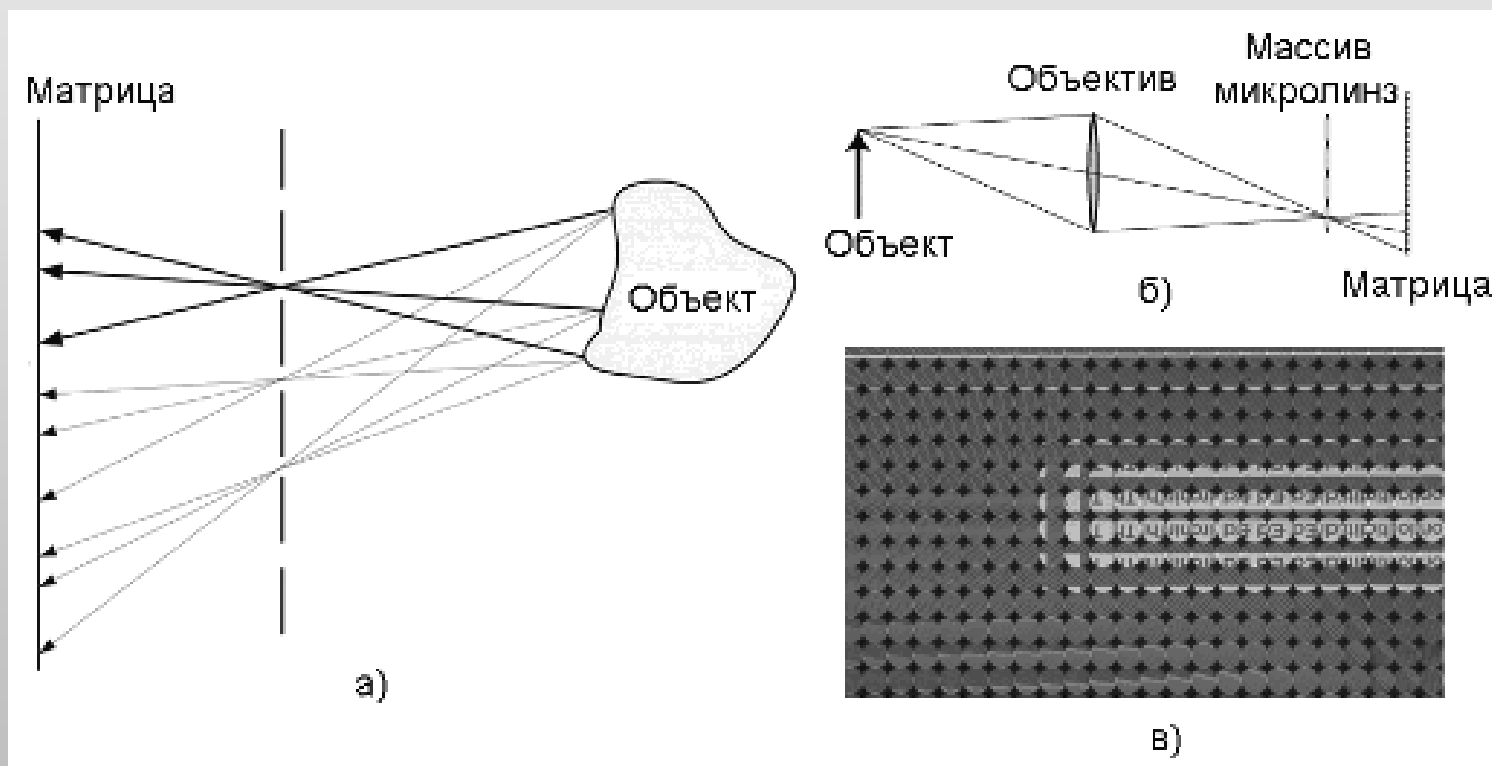
Когда появится голографическое ТВ?

Специалисты одного из мировых лидеров в области UHDTV японской компании NHK, предполагают, что голографическое ТВ может появиться к 2030 году. Пока же такие системы присутствуют в виде компьютерных симуляций в фантастических фильмах.





Плентоптическая камера (Камера светового поля)



а – простейший вариант с матрицей отверстий;
б – с массивом микролинз;
в – записанная информация.



Пояснения к ней

Лучи, проходящие через другие отверстия (тонкие линии), попадают на периферийные области матрицы и создают сигналы, несущие дополнительную информацию об объекте.

Реальные плентоптические камеры содержат линзовый объектив, а вместо отверстий используется двумерный массив микролинз.

Изображение, фиксируемое плентоптической камерой, сохраняет **полную информацию о световом поле**, создаваемом объектом. Анализ этой информации дает возможность изменять фокус или ракурс в отснятых кадрах, воссоздавать трехмерное изображение объекта. При съемке такой камерой нет необходимости настраивать фокусировку. Это можно сделать позже при обработке отснятого материала. Возможности управления изображением могут быть предоставлены зрителю, как в концепции Free viewpoint television.

Основная сложность на пути применения описанной технологии в телевидении состоит в очень большом объеме информации, содержащемся в плентоптическом кадре. Однако, в таком изображении присутствует значительная повторяемость деталей, что создает возможности для эффективной компрессии.



Спасибо за внимание!