

Лекция 11-12.

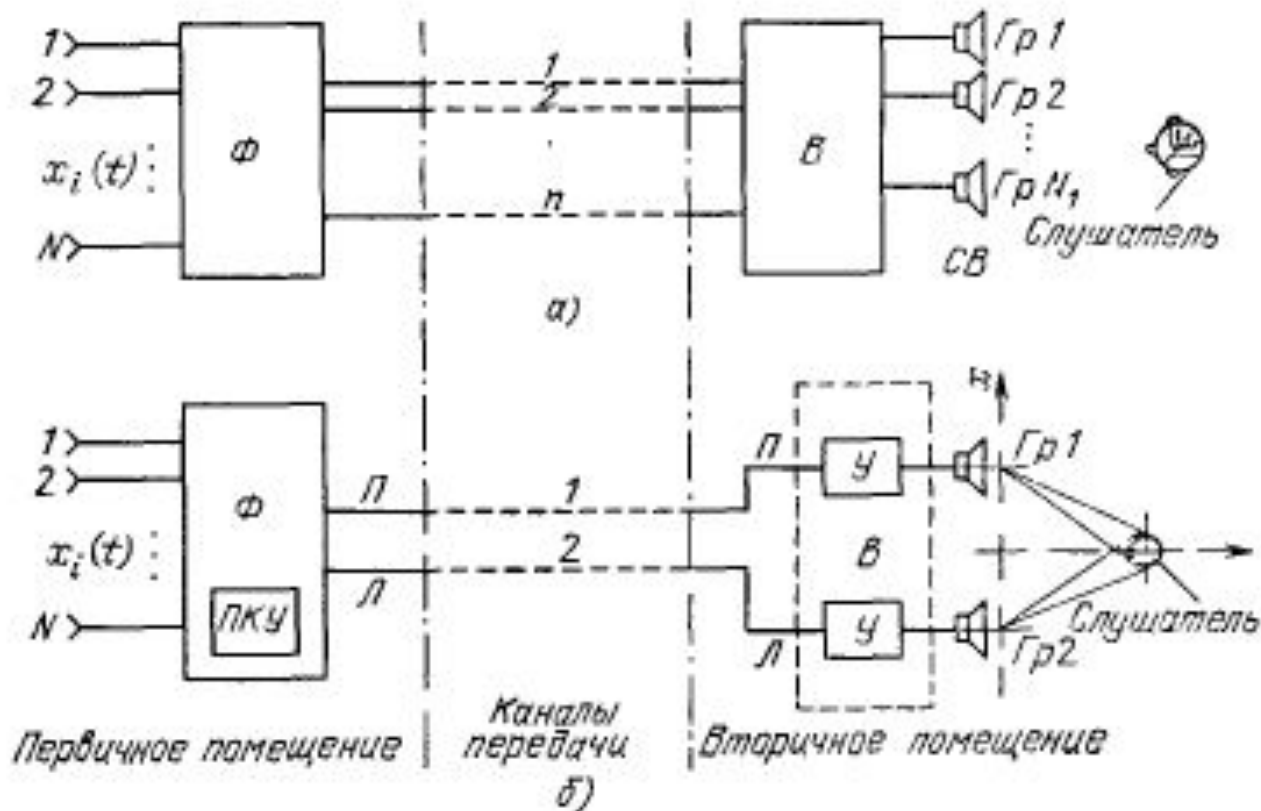
Стереофонические системы повышенного качества звучания

План лекции

- 1. Двухканальные стереофонические системы: амбиофонические, квадрофонические.**
- 2. Многоканальные стереофонические системы.**

1. В качестве примера рассмотрим структурную форму монофонической системы, для которой (см. лекцию 7-8, классификация электроакустических систем - ЭАС) определено, что число канальных сигналов $n = N1$ (число громкоговорителей) – рисунок на следующем слайде.

Структурные схемы обобщенной (а) и обычной стереофонической (б) ЭАС звукопередачи



На рисунке обозначены:

$1, 2, \dots, N$ – входные каналы звуковых сигналов, получаемых непосредственно от микрофонов, магнитофонов и т.п.; Φ – совокупность устройств, с помощью к-рых звукорежиссер формирует из N первичных сигналов n канальных сигналов, которые передаются на выход системы (Φ включает в себя коммутаторы, смесители, регуляторы уровня, устройства кодирования, ревербераторы и т.д.);

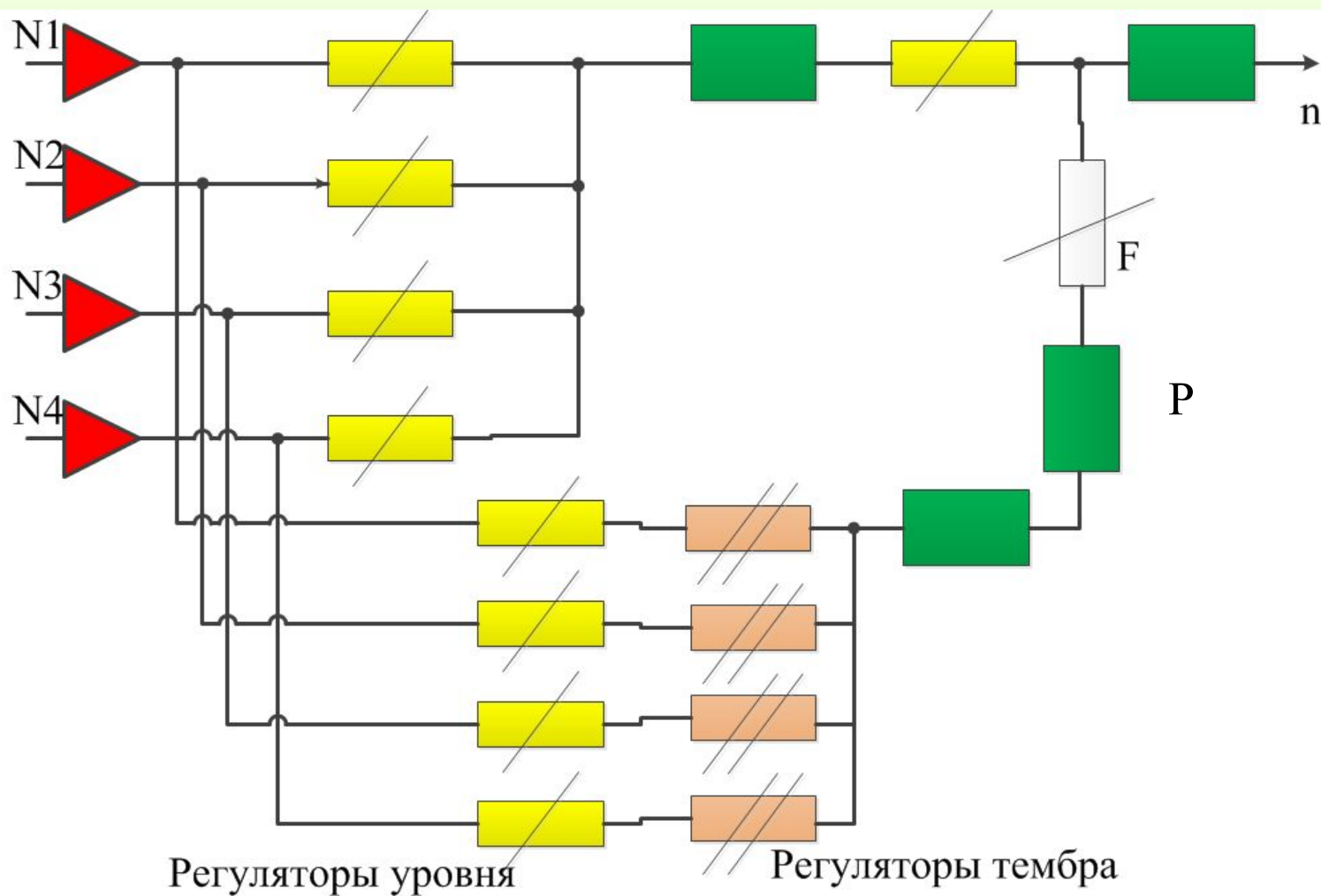
В – совокупность устройств, посредством к-рых из **n** канальных сигналов получаются сигналы **1, 2,..., N1**, воспроизводимые громкоговорителями **Гр1, Гр2,..., ГрN1** системы воспроизведения (СВ).

Монофонические – это **$n=N1=1$** .

Обычные стерефонические – это **$n=N1=2$** .

На следующем слайде представлена структурная схема обработки первичных сигналов, на основе которой звукорежиссер имеет разнообразные возможности выбора оптимальной композиции моносигнала, например при передаче оркестровой музыки.

Структурная схема монофонической системы



N1,N2,N3,N4 — сигналы от микрофонов, размещенных так, чтобы охватить достаточно полно различные группы инструментов.

Звукорежиссер, подбирая то или иное соотношение уровней N1,N2,N3,N4, добивается необходимого баланса звучаний отдельных инструментов и исполнителей.

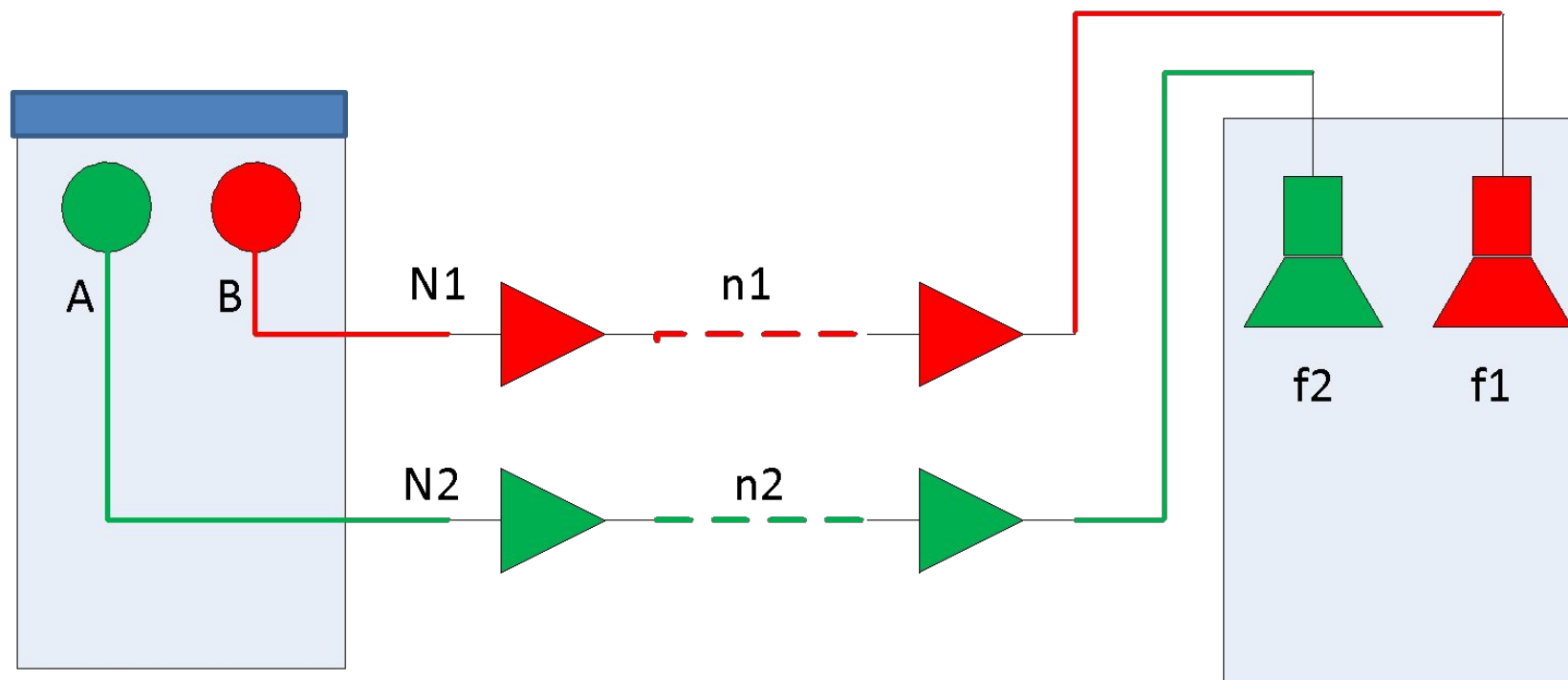
- К взвешенной сумме $\sum_1^4 a_i F_i$ звукорежиссер может добавить преобразованную ревербератором Р сумму F тех же сигналов, смешанных так, чтобы создать желаемые акустические планы (дальний, близкий) звучания различных составляющих сложного звукового образа с характерными для каждого из них оттенками тембра.

Сигналы подвергаются звукоорежиссерской обработке, естественно, не одновременно с исполнением передаваемого музыкального произведения. При первичной записи заготавливается достаточно большое количество фонограмм, представляющих с большим запасом различные компоненты сложного звучания.

Оптимальное решение художественной задачи находится в процессе последующей перезаписи. Следовательно, если эту схему рассматривать как схему перезаписи, то сигналы N1,N2,N3,N4 – сигналы с готовых фонограмм.

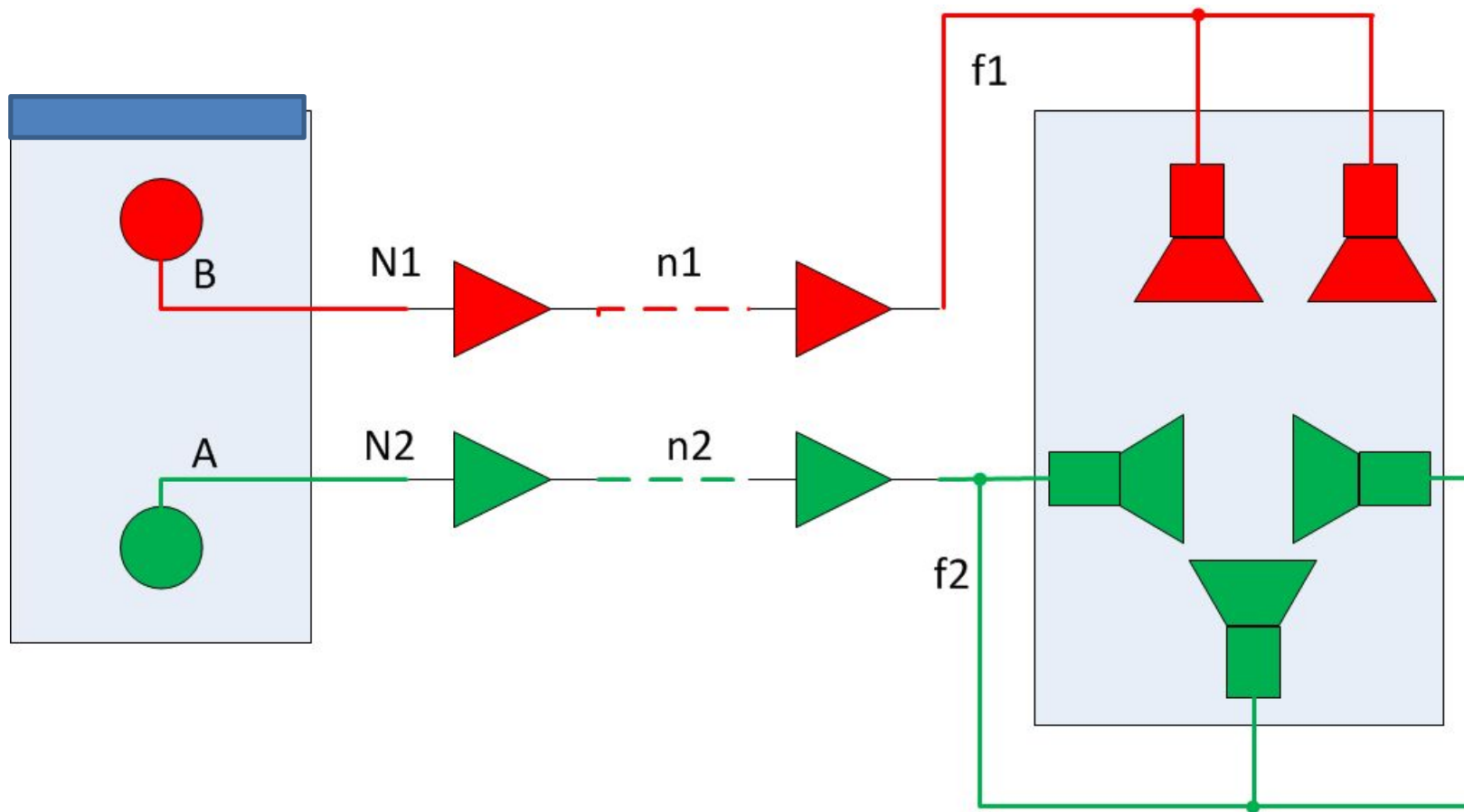
Перейдем к рассмотрению двухканальной стереофонической системы. Таким системами являются АВ-системы, где А и В – микрофоны с параллельно ориентированными осями (рисунок на слайде 13). Микрофоны А и В избирательны к преимущественно источникам слева и справа соответственно.

Двухканальная АВ - система



На слайде 15 - двухканальная стереосистема, получающая звуковой образ от двух неизоморфных сигналов (*под изоморфизмом понимается взаимное соответствие физически разнородных явлений, позволяющее сохранять содержание передаваемого сообщения, несмотря на чередование его носителей*). При всех этих многочисленных сменах физических носителей сигналов сохраняется их строгий изоморфизм, малейшее нарушение которого привело бы к искажениям передачи информации.

Схема стереосистемы неизоморфных сигналов



Сигнал **N1** несет информацию, связанную с прямым звуком, а сигнал **N2** — отвечает за диффузную составляющую первичного звукового поля. Эти сигналы воспроизводятся фронтальными Гр **f1** и распределительными **f2**.

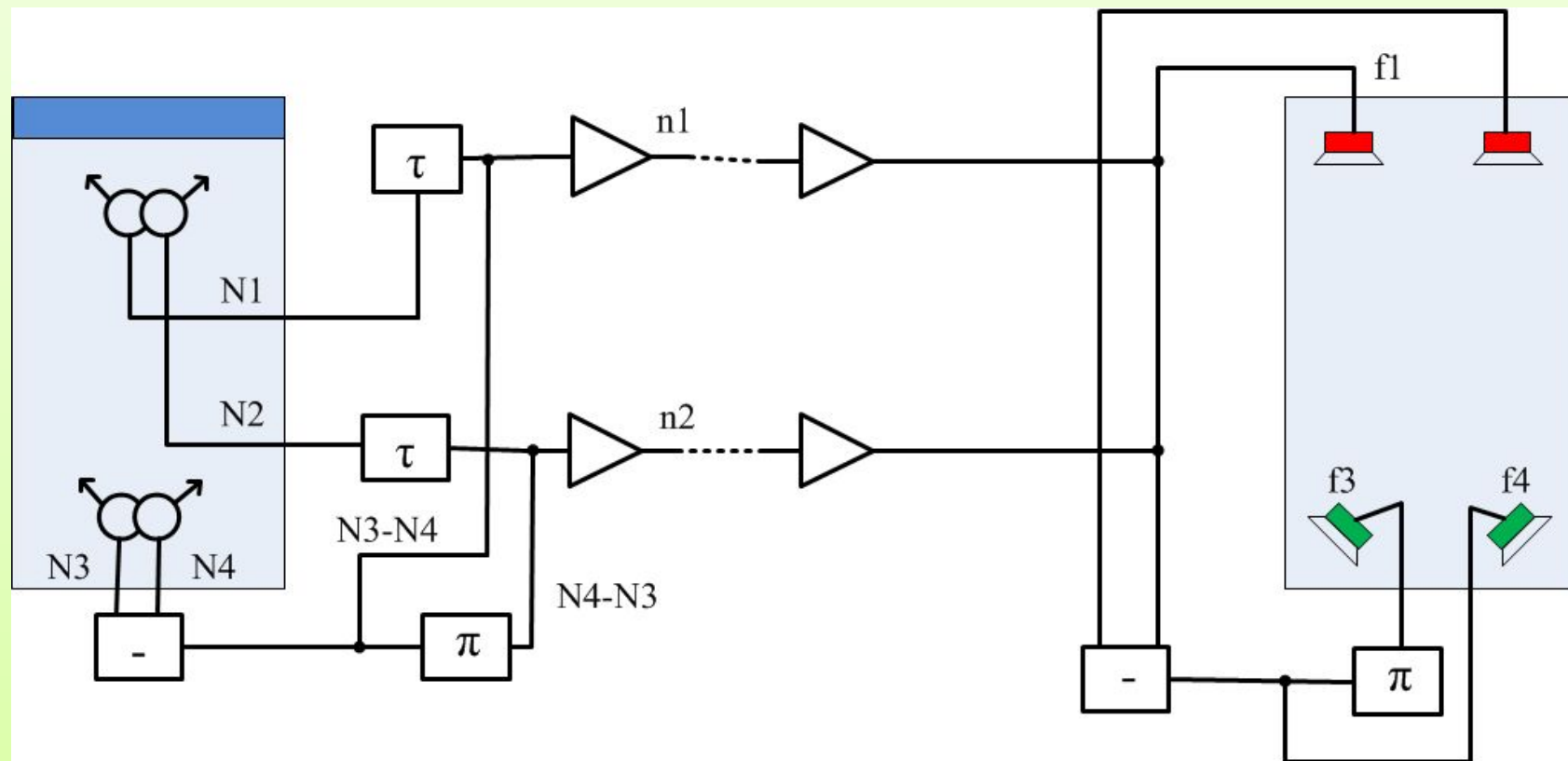
Справка. **Степень диффузности** звукового поля - это равномерность распределения потоков звуковой энергии по различным направлениям.

Чем больше отражений звуковых волн, тем более однородным становится звуковое поле, тем больше будет у слушателя впечатление, что звуковые волны приходят к нему равномерно со всех направлений. Это качество особенно важно для залов, предназначенных для слушания музыки.

Рассмотренные системы представляют два вида 2-хканальной стереофонии, различающиеся содержанием дополнительной информации, передача которой становится возможной благодаря второму каналу. В первом случае – эта информация касается распределения источников по фронту, во втором – обусловлена акустической обстановкой первичного звукового поля.

Другим примером является более структурно сложная двухканальная система, способная передавать оба вида информации - стереоамбиофоническая система (Л. Кейбс), функциональная блок-схема которой приведена на слайде 20.

Схема стереоамбиофонической системы



В первичном звуковом поле установлены два совмещенных микрофона, один из к-рых установлен около эстрады, другой — вдали, т.е. там где отраженная энергия преобладает над прямой.

С ближнего микрофона вырабатываемые сигналы N1 и N2 представляют «левую» и «правую» информацию. С дальнего микрофона снимается разность сигналов, которая дает диффузную составляющую.

Сигналы $N1$ и $N2$ подаются на входы каналов передачи с задержкой τ , которая компенсирует время пробега прямого звука от первого микрофона.

Громкоговорители сигналов $f1$ и $f2$ соответствуют стереофонической передачи, сигналы $f3$ и $f4$ представляют практически один отраженный звук, а разности $F4-F3$ и $F3-F4$ приводят к созданию противофазы между $f3$ и $f4$. Расположение соответствующих $Гр$ усиливает впечатление диффузности звукового поля.

Итоги:

- Обычные двухканальные стереосистемы создают эффект пространственного звучания за счет локализации и синтеза панорамы кажущихся источников звука (КИЗ) между двумя громкоговорителями, но все же такое стереозвучание имеет существенный недостаток:

стереопанорама ограничена углом между направлениями и создаёт эффект пространственного звучания в очень ограниченной области перед слушателем, не позволяет в полной мере выявить названные особенности восприятия звуков в реальном звуковом поле и, следовательно, снижает качество звучания.

- Другие двухканальные системы (стереоамбиофонические, квадрофонические, квазистереофонические и т.д.) также не обеспечивают полную имитацию реального звукового поля. Например, при квадрофонии нет круговой стереопанорамы - слушатель ощущает обычную стереопанораму перед собой и заднюю стереопанораму сзади себя. Все мнимые источники звука располагаются в одной плоскости и на линии между динамиками, т.е. нет глубины и нет объемного звучания.

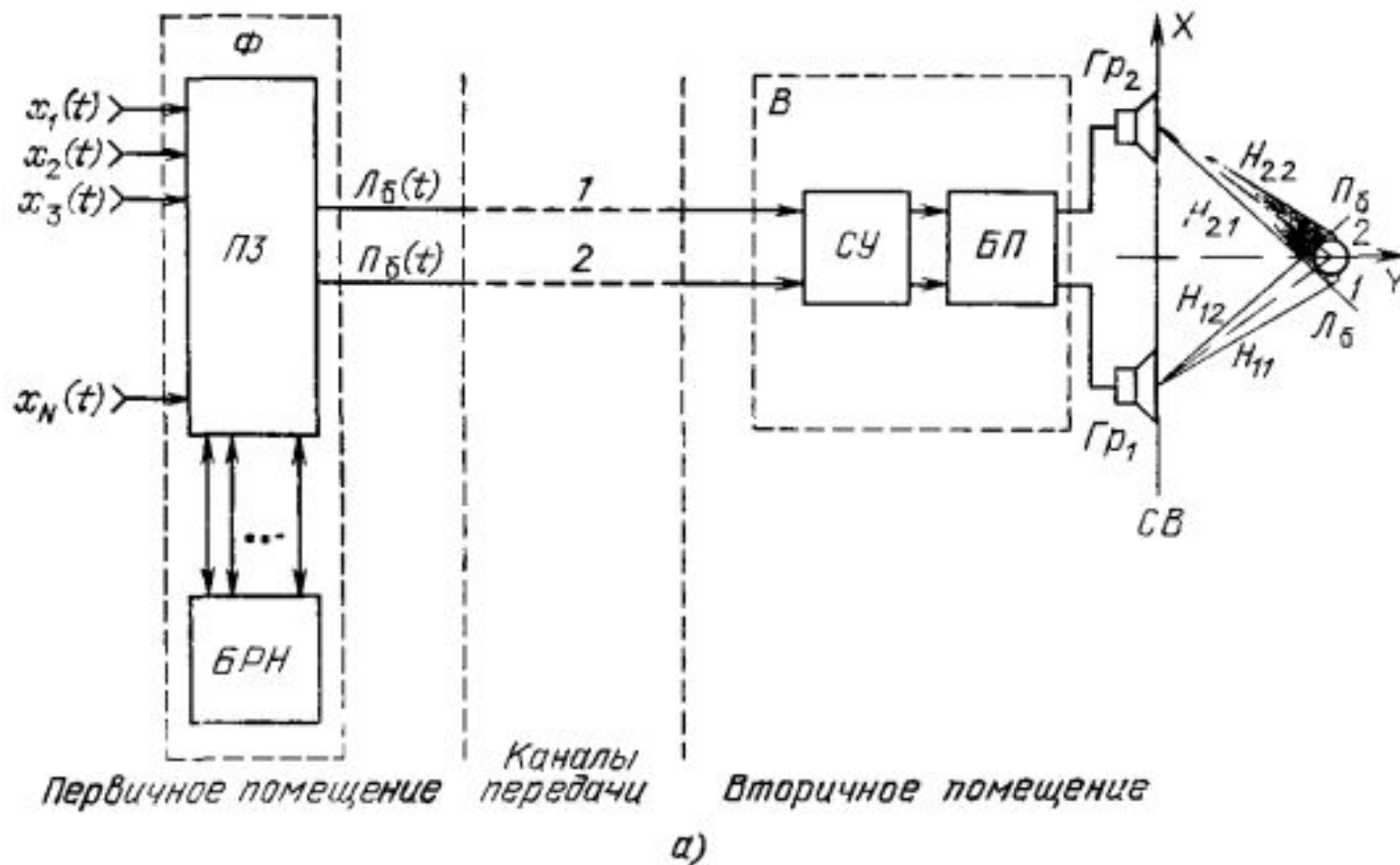
2. Многоканальные стереофонические системы – это системы с соотношением $n = N/1 > 2$.

К таким системам относятся целый ряд стереосистем: бинауральная, матричная, системы типа “surround sound” (системы 3D-звука или объемного звучания).

Рассмотрим бинауральную стереосистему.

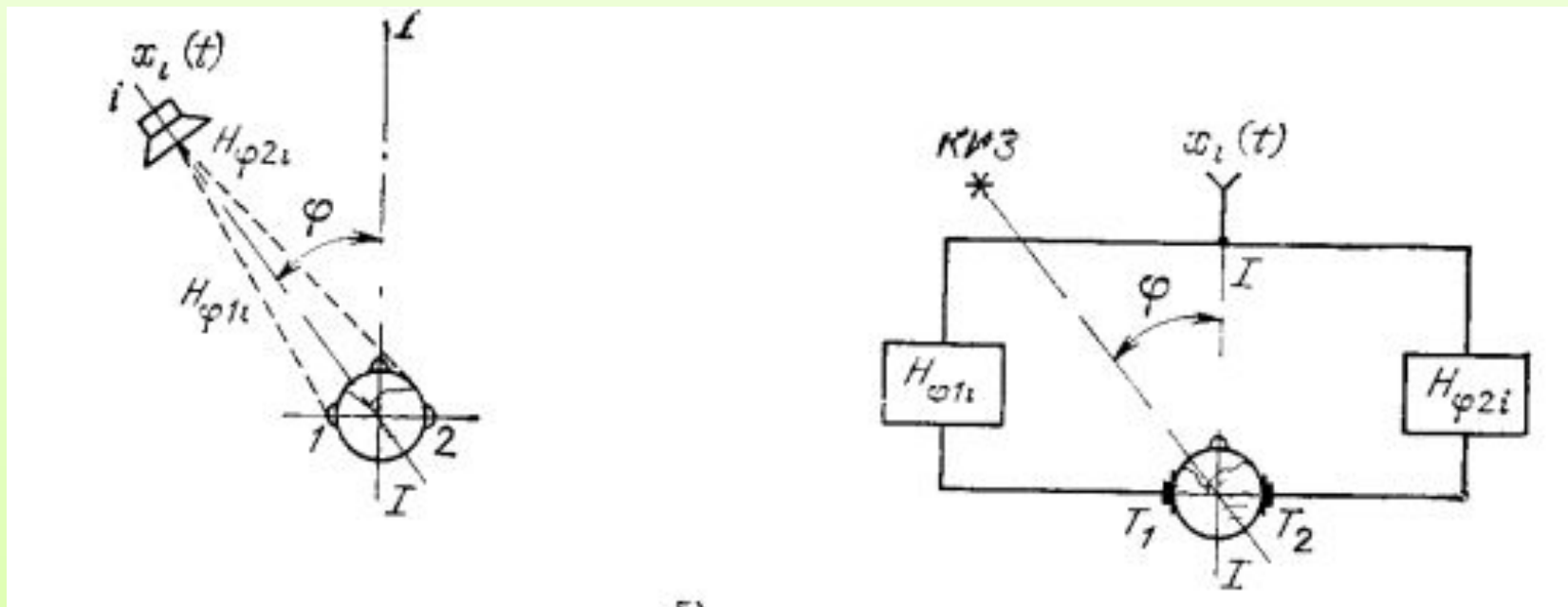
В бинауральной системе стереопара представляет сигналы: Лб (левый) и Пб (правый). В отличие от обычно стереосистемы новым в бинауральной схеме является наличие блок БРН – бинауральный регулятор направления (рисунок а на слайде 28) на передающей стороне и бифонический процессор БП на приеме (слайд 28).

Бинауральная стереофоническая система



- БРН – это искусственная голова или с встроенным в нее слуховые тракты микрофонами или адекватное ей по параметрам электрическое устройство (рисунок 6 на слайде 30). Это устройство – фильтр, совокупность пар значений коэффициентов передачи $H_{\varphi 1i}, H_{\varphi 2i}$ которого однозначно определяет место в пространстве i -го источника звука, формируемого сигналом $x_i(t)$.

Схема аппаратной реализации локализации i -го источника звука



- Множество пар $\{H_{\varphi 1i}, H_{\varphi 2i}\}_N$ образует матрицу пространственного кодирования $\mathbf{A}$ сигналов $\{x_i(t)\}_N$.

Сигналы Лб и Пб по каналам:

$$L_{\text{б}} = \sum_{i=1}^N H_{\varphi 1i} x_i(t), \quad P_{\text{б}} = \sum_{i=1}^N H_{\varphi 2i} x_i(t),$$

Пространственное декодирование бинауральной пары сигналов Лб и Пб выполняется в слуховом анализаторе.

- Бифонический процессор БП обеспечивает подведение к левому 1 и правому 2 входам слухового анализатора бинауральной пары сигналов Лб, Пб в неискаженной форме. БП компенсирует смеси сигналов (описываются передаточными коэффициентами H_{12}, H_{21}), отраженные сигналы (H_{11}, H_{22}).

- Достоинства: бинауральная стереосистема создает очень качественный эффект присутствия слушателя в концертном зале с хорошими акустическими свойствами.

К недостаткам можно отнести то, что при применении громкоговорителей зона прослушивания в этой системе ограничена практически одной точкой, где компенсируется влияние H_{11} , H_{22} , H_{12} , H_{21} .

Область применения бинауральной системы звукопередачи ограничена — это переносная аппаратура и индивидуальное прослушивание программ, но неэффективна для коллективного прослушивания (телевидение, кинематограф).