

Формантный синтезатор речи. Часть 1

Полюсы и нули – иное понимание

- **Полюс** – это пара чисел (B, F) , B – ширина форманты, F – частота форманты
- **Ноль** – это пара чисел (B_N, F_N) , B_N – ширина антиформанты, F_N – частота антиформанты

Формантный фильтр

$$H(z) = \frac{A}{1 - 2e^{-\pi b} \cos(2\pi f) z^{-1} + e^{-2\pi b} z^{-2}}$$

π - ЧИСЛО «ПИ»

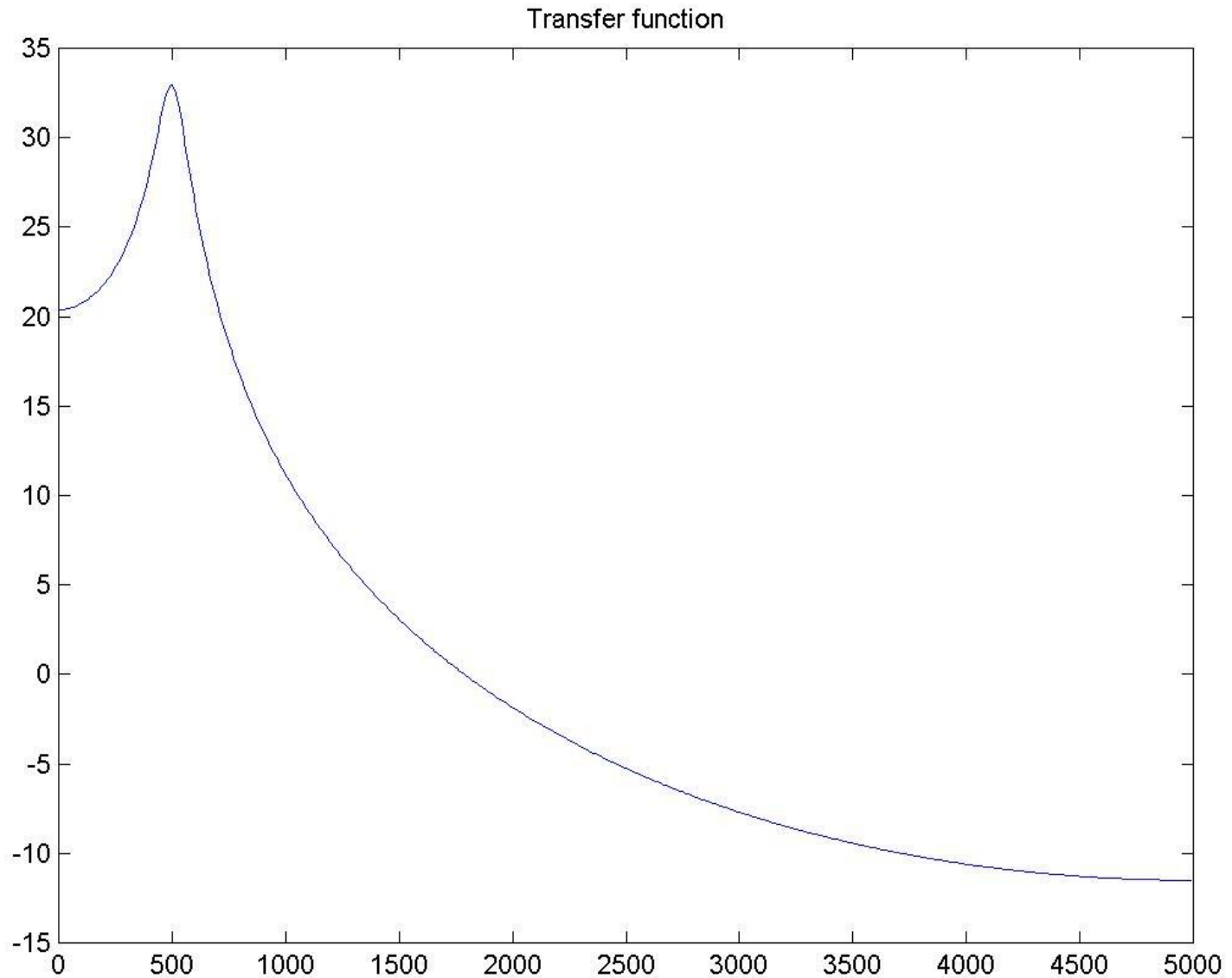
$b = B/F_s$, где B – ширина форманты (в Гц)

F_s – частота дискретизации (в Гц)

$f = F/F_s$, F – частота форманты

A – амплитуда форманты

АЧХ формантного фильтра



Антиформанта

- **Антиформанта** – такая область спектра, в которой энергия существенно ослаблена (по сравнению с другими областями)
- Физически, это проявляется в том случае, если вокальный тракт разветвлен (например, назальные)

Антиформантный фильтр

$$H(z) = A_N (1 - 2e^{-\pi b} \cos(2\pi f) z^{-1} + e^{-2\pi b} z^{-2})$$

π - ЧИСЛО «ПИ»

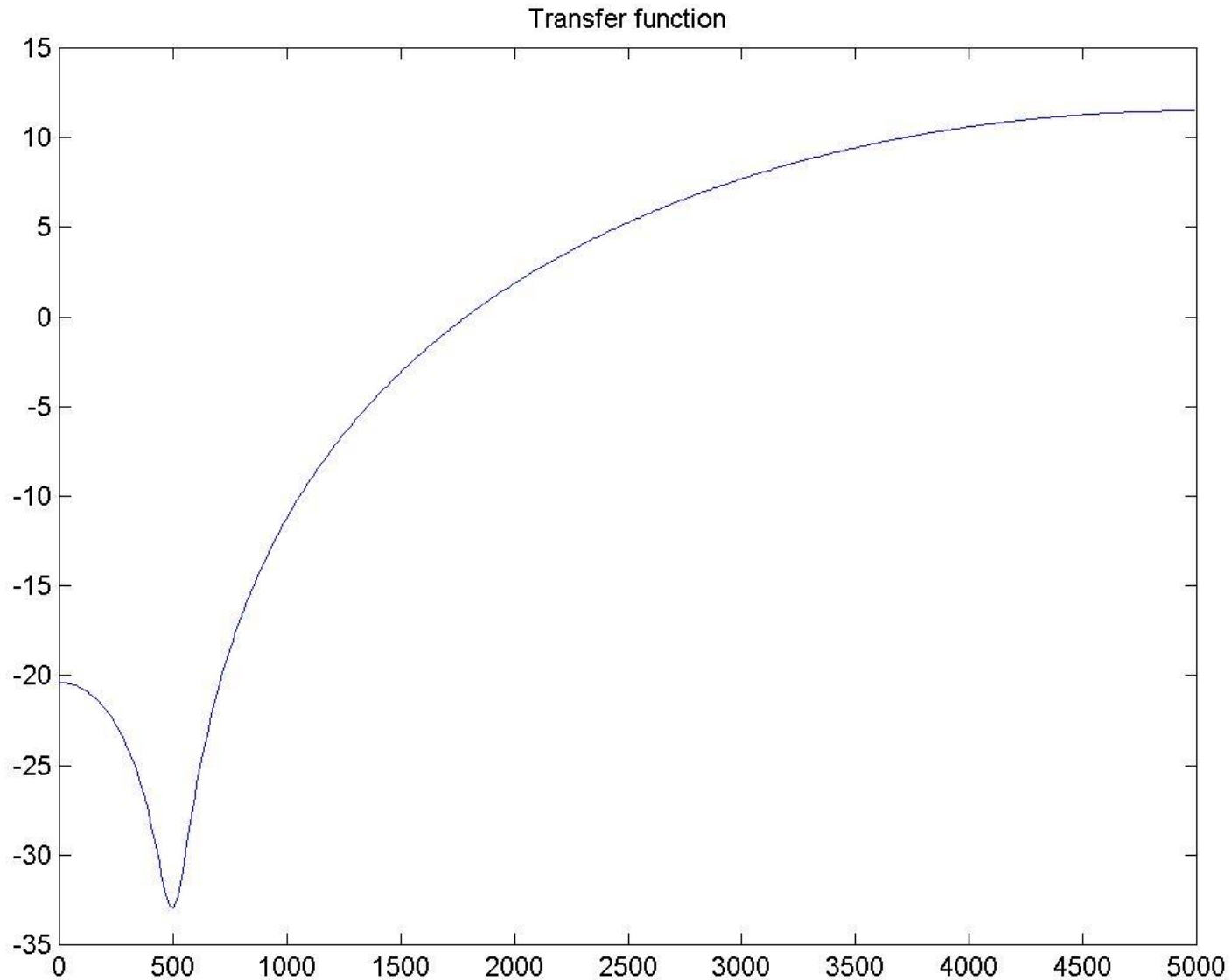
$b = B_N / F_s$, где B_N – ширина антиформанты (в Гц)

F_s – частота дискретизации (в Гц)

$f = F_N / F_s$, F – частота антиформанты

A_N – коэффициент ослабления (амплитуда)
антиформанты

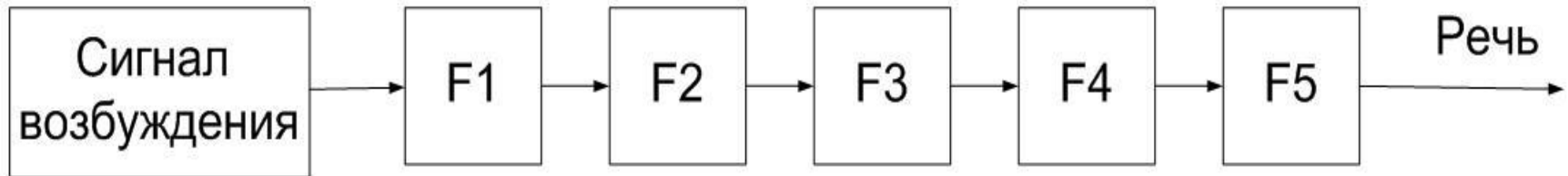
АЧХ антиформантного фильтра



Антиформанта

- В реальности, разветвление не только «порождает» антиформанты, но и дополнительные форманты.
- Поэтому часто говорят, что разветвление приводит к появлению пар «**полюс-нуль**».
- В отличие от формант, антиформанты **ОЧЕНЬ СЛОЖНО** измерять по акустическому сигналу
- Можно ли синтезировать назальные без антиформант?

Каскадный синтезатор



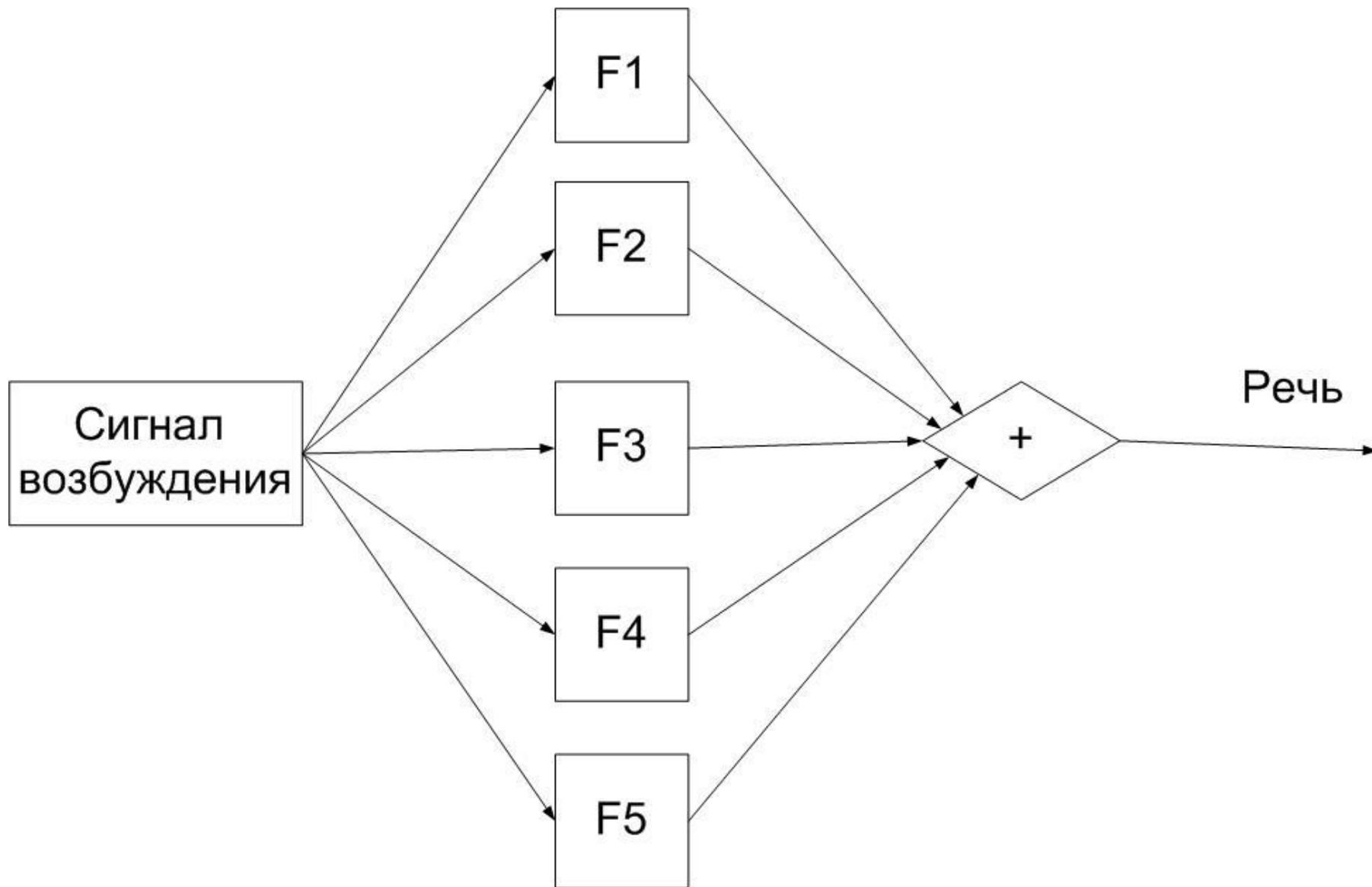
Входной сигнал на первый формантный фильтр (1-я форманта) – сигнал возбуждения

Входной сигнал на 2-ю форманту – отклик первой форманты

Входной сигнал на 3-ю форманту – отклик 2-й форманты

И т.д.

Параллельный синтезатор



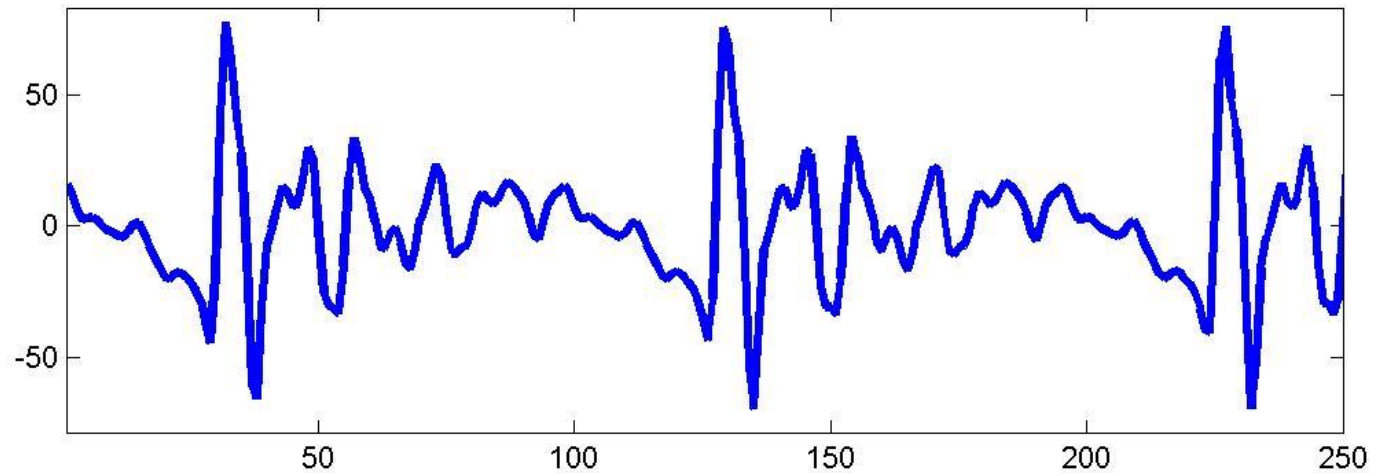
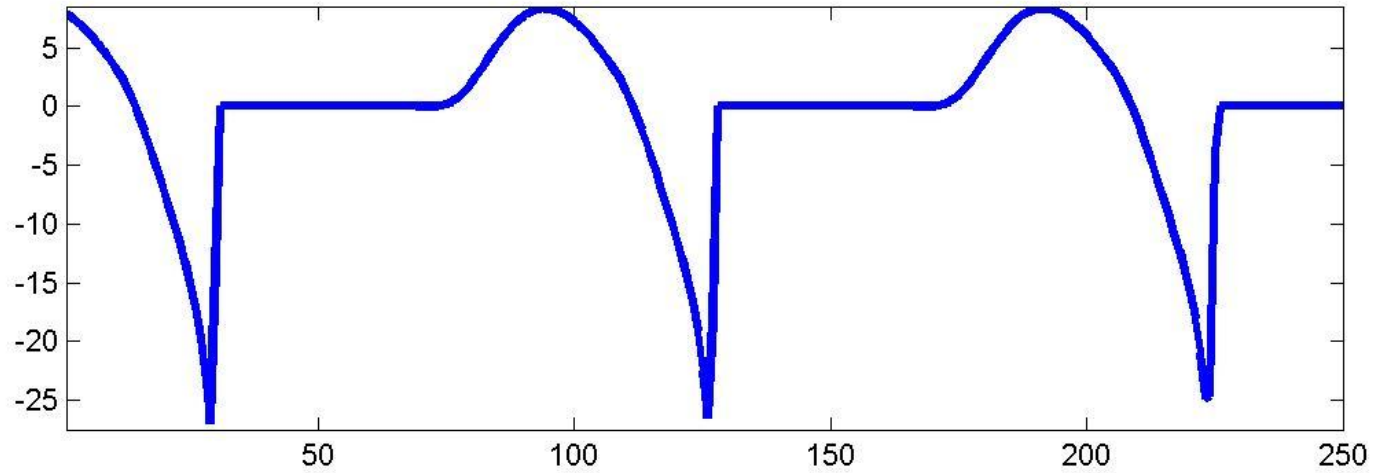
Параллельный синтезатор

- Возбуждение одновременно подается на все формантные фильтры
- Отклики по каждому фильтру суммируются
- Результат суммирования и есть речь

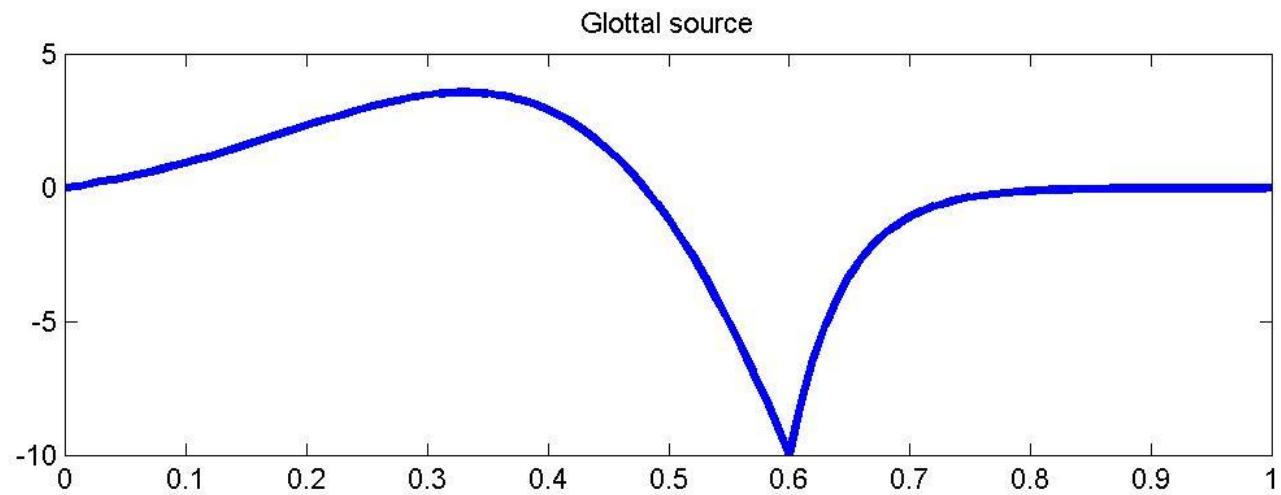
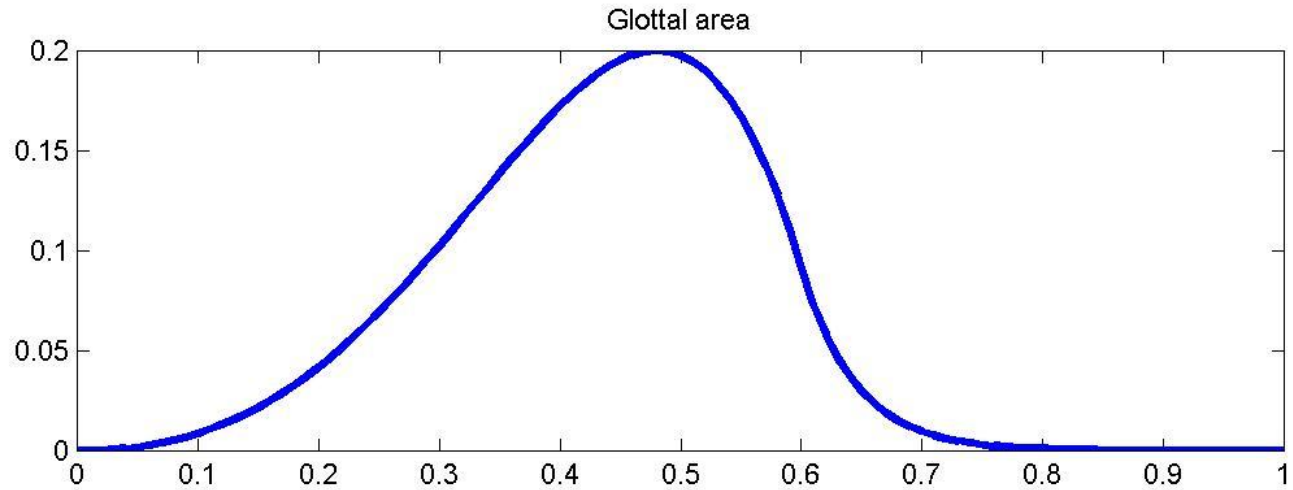
Синтезатор Клаттовского типа

- **Dennis Klatt** – создатель одного из лучших формантных синтезаторов для английского языка
- В этом синтезаторе для синтеза гласных и сонорных используется каскадное соединение, для синтеза остальных согласных – параллельное соединение

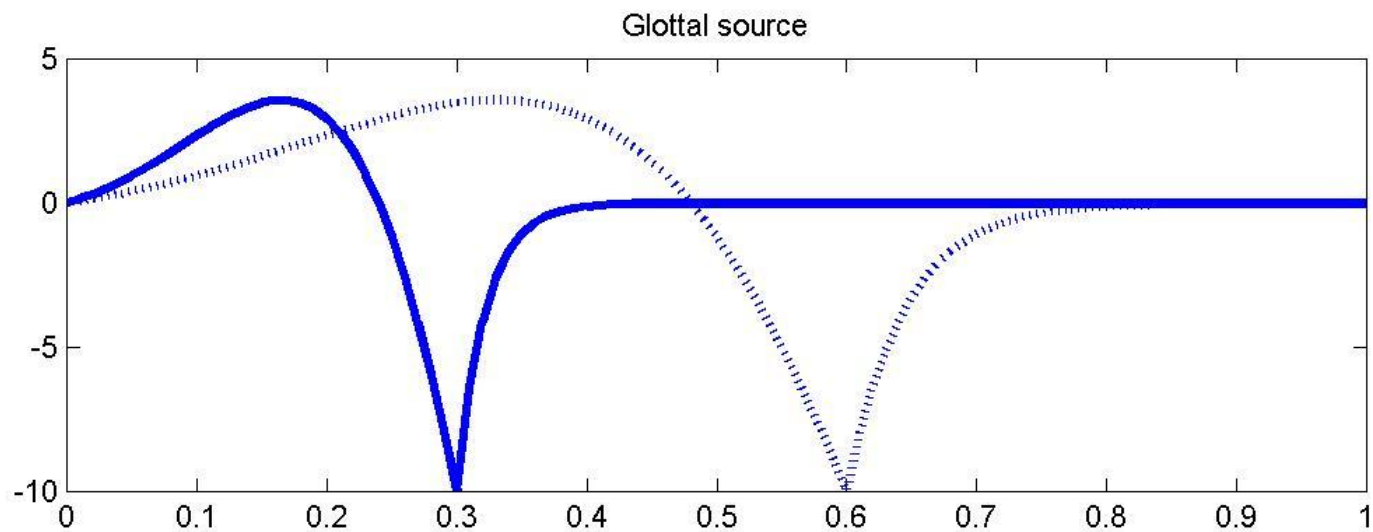
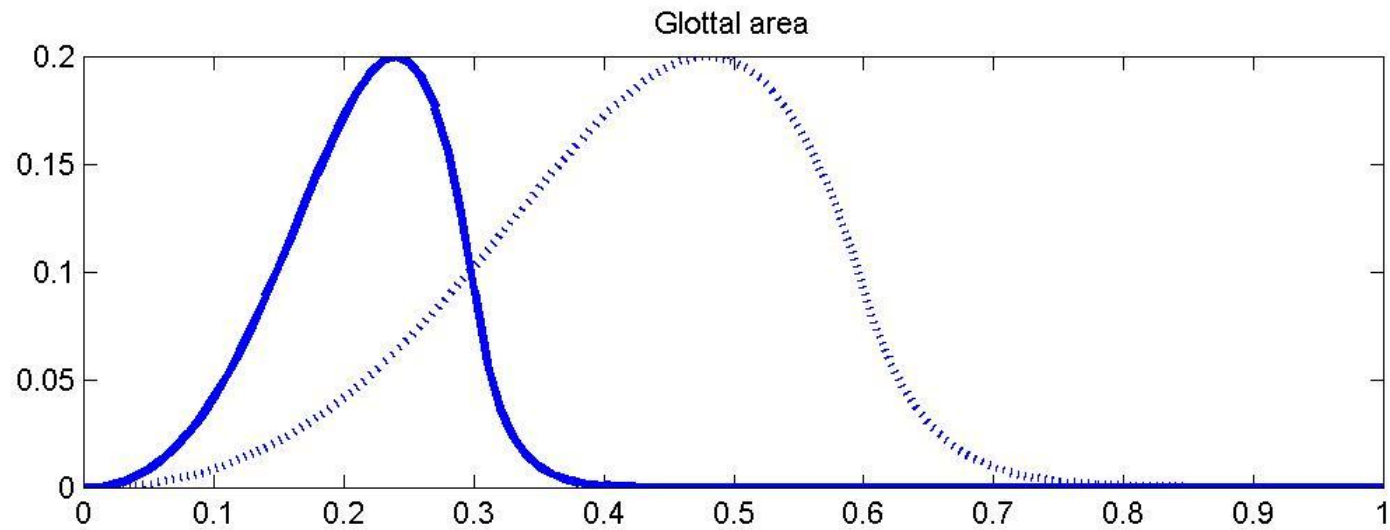
Голосовое возбуждение



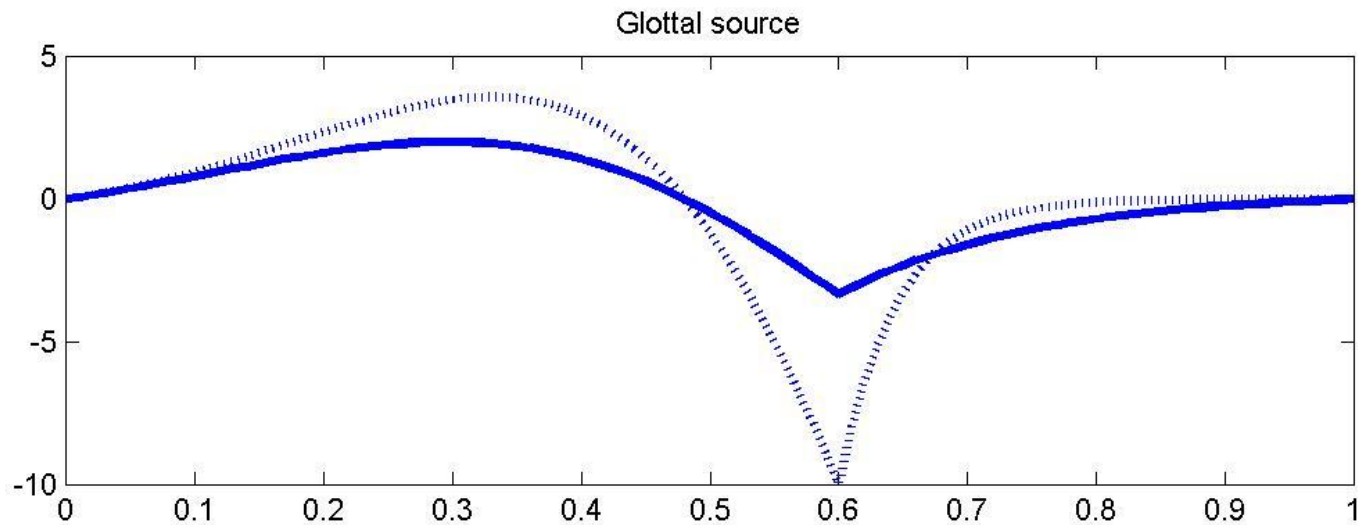
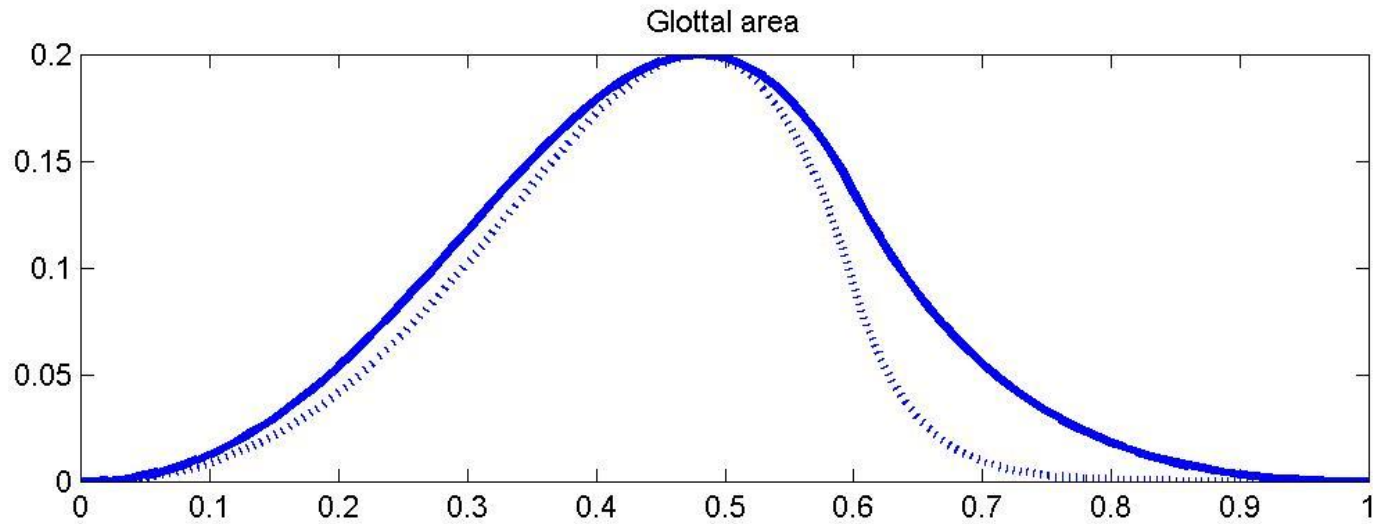
Liljencrants-Fant model (LF-model)



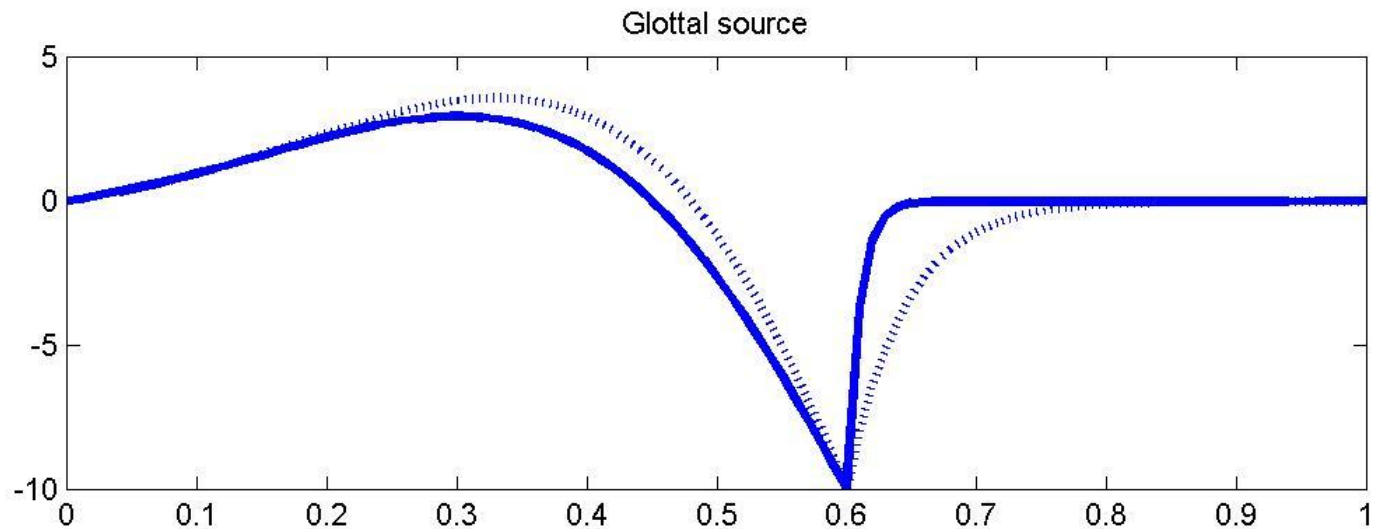
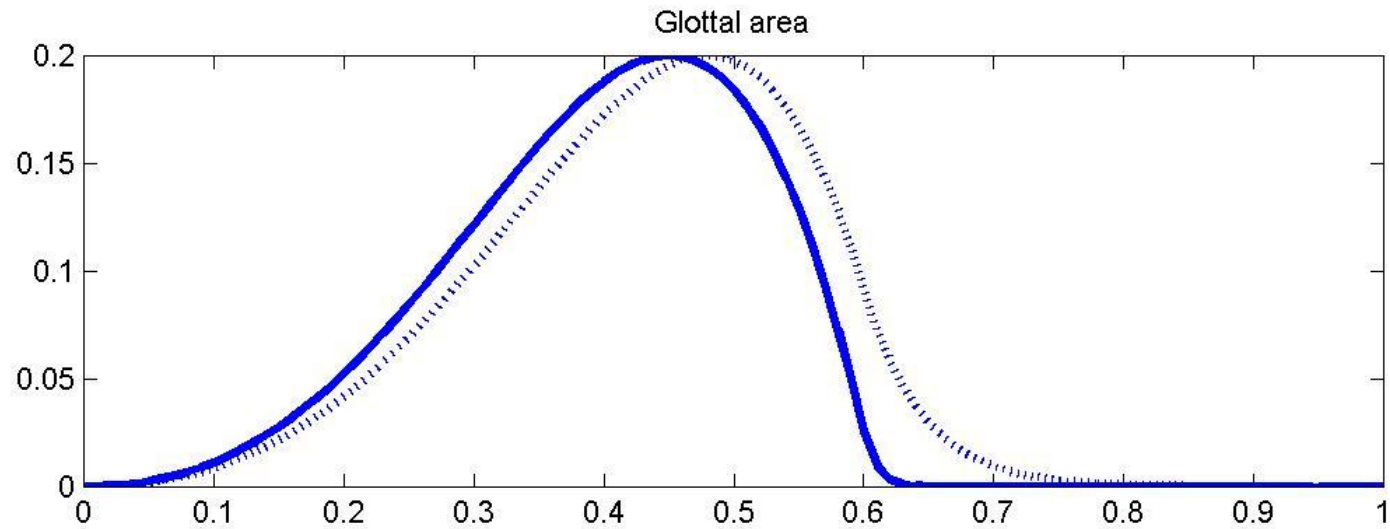
LF: 1-й параметр



LF: 2-й параметр



LF: 3-й параметр



Типы фонации

- Значения параметров LF-модели напрямую связаны с типом фонации.
- Например, для нейтральной фонации $p_1 = 0.6$, $p_2 = 0.1$, $p_3 = 0.2$
- Для скрипучего голоса $p_1 = 0.3$, $p_2 = 0.1$, $p_3 = 0.2$
- (см. Childers, 1991)