

# Использование слуховых и голосовых реакций для точной настройки выходных параметров слуховых аппаратов

Josephine Marriage PhD

[josephine@chears.co.uk](mailto:josephine@chears.co.uk)



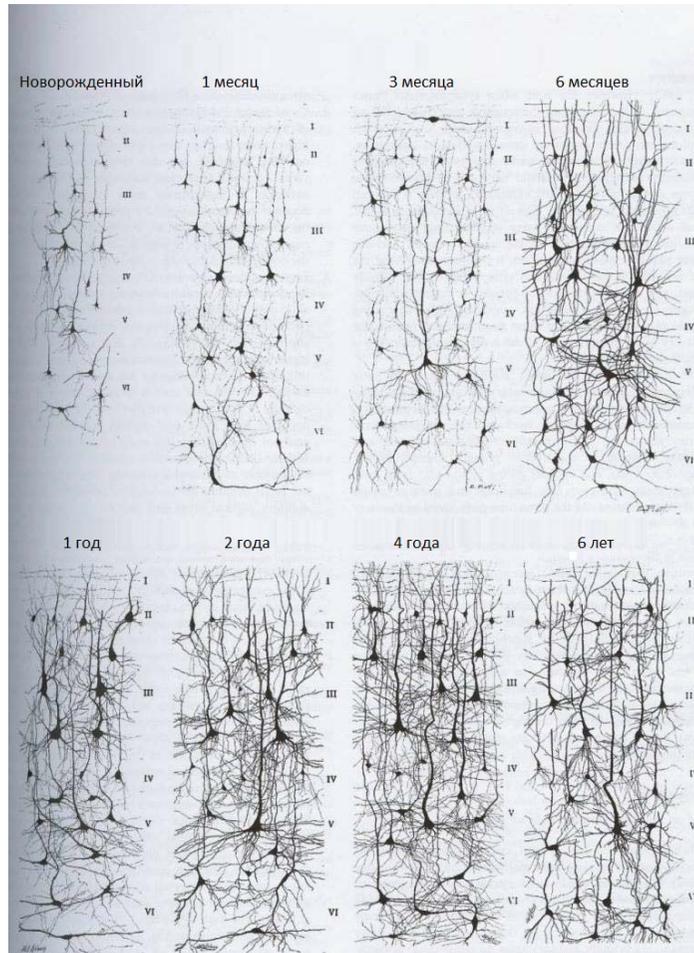
# Какова роль детского аудиолога в 2013 году?

- Скрининг слуха новорожденных – эффективное средство выявления случаев ранней тугоухости
- Задача раннего вмешательства состоит в том, чтобы пользующиеся СА дети развивались наравне со своими нормально слышащими сверстниками
- Современные технологии, используемые в СА и КИ, позволяют слышать звуки с первого подбора

НО в  $\frac{1}{4}$  случаев КСВП **отсутствуют**, поэтому у нас **недостаточно информации** о порогах слышимости.

Что мы можем узнать на основании реакции младенцев на речь?

# Почему полная слышимость речи имеет решающее значение?



- Усиление звука, обеспечиваемое слуховым аппаратом, управляет формированием нейронной сети (восходящая стимуляция)
- Смысловая коммуникация управляет нисходящим процессом слушания и взаимодействием
- Уже в течение первого года недостаточной стимуляции происходит "обеднение" нейронных проводящих путей
- Поэтому для максимальной эффективности вмешательства слуховые аппараты должны обеспечивать слышимость

*Kral (2007) Int J Audiol 46(9) 479-493*

# Как глухота влияет на младенца?

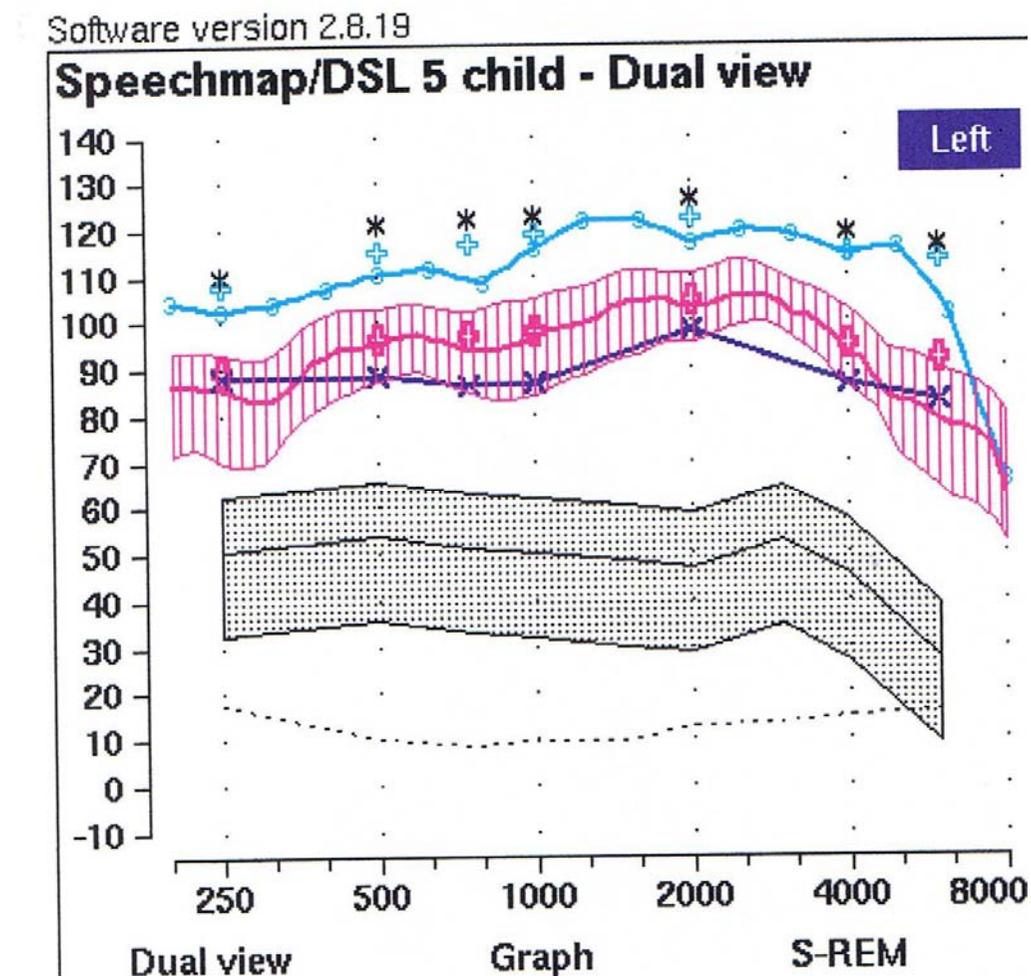
- Если родитель всецело предается горю, **взаимодействие** между родителями и детьми **нарушается**
- Младенец **меньше** пользуется **вокализацией**
- **Упускается** возможность создания карт речевых звуков на основе лепета
- Использование **слуховых аппаратов** играет важную роль, но успех определяется **участием семьи**
- Поэтому демонстрация членам семьи **возможности слышать** важнее, чем размер слухового аппарата



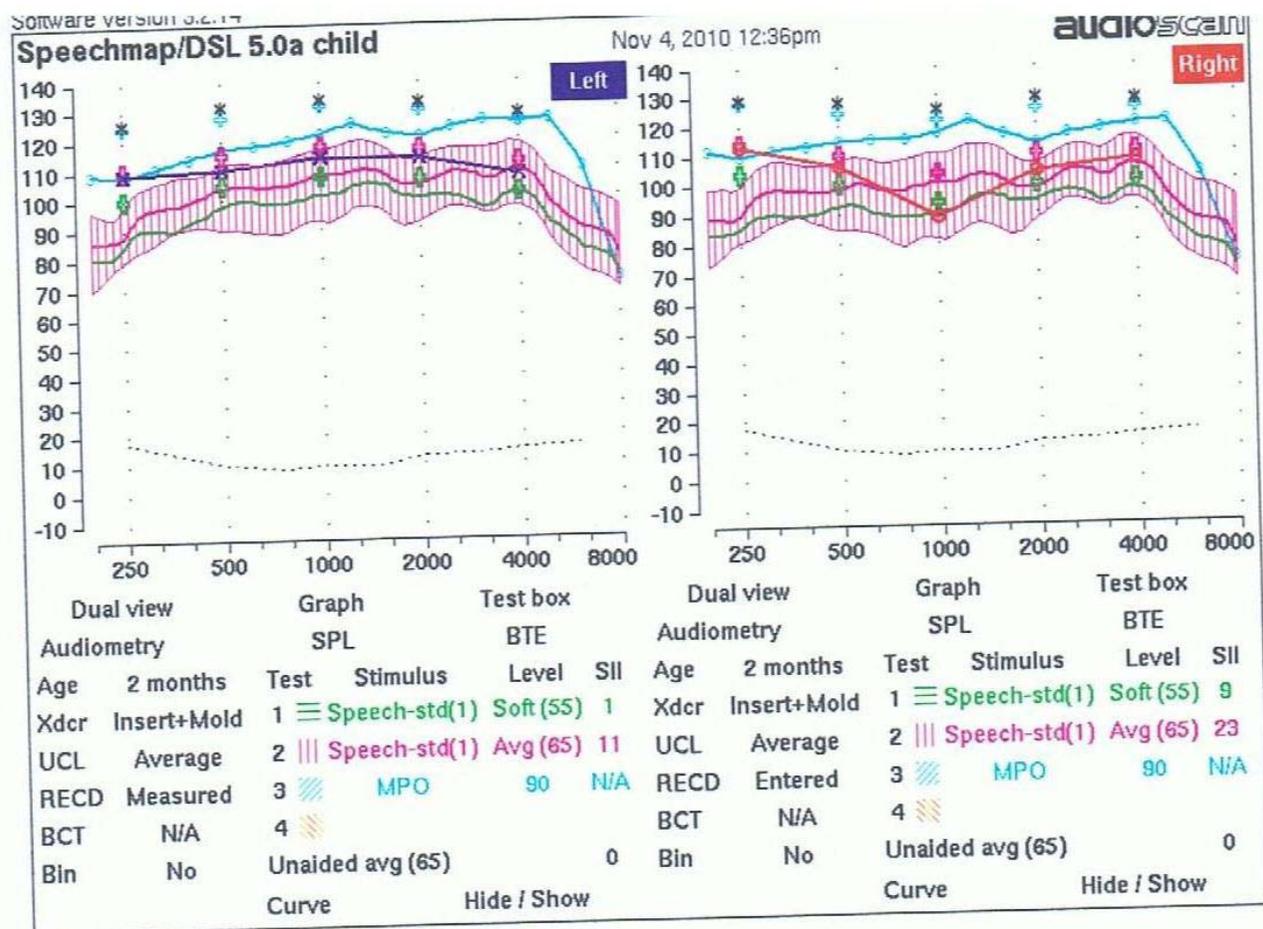
# Восприятие речи: что нужно слышать?

дБ	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц
0-10						
20-30	XXX					XXX
30-40	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
40-50		XXX	XXX	XXX	XXX	
50-60			XXX	XXX		
60-70						
70-80						
80-90						
90-100						
100-110						
100+						

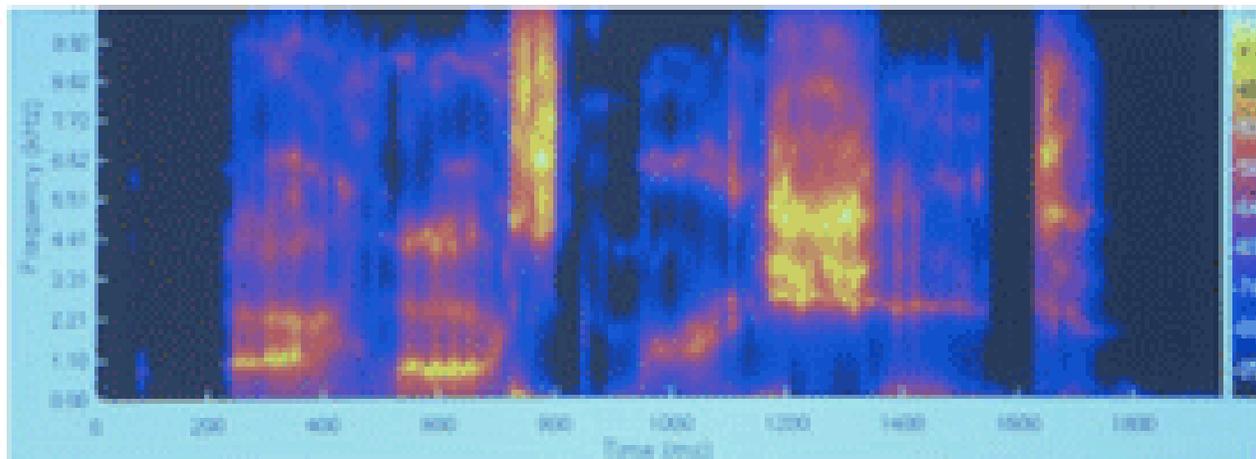
Главный приоритет: Убедиться в достижении расчетных параметров, обеспечивающих слышимость речи



2-я концепция – Индекс разборчивости речи (SII): доля речевой информации, слышимая в результате звукоусиления. SII коррелирует с результатами развития речи. SII служит показателем эффективности настройки СА.



Живая речь сложна и динамична.  
"Слышать" не значит "понимать"



[aɪlɒst maɪʃi:t]

**"I lost my sheet."**

Какие части речи обнаруживаются  
на слух? Как мы их различаем?  
Пользуйтесь тестом Ling Sounds

м

у

и

а

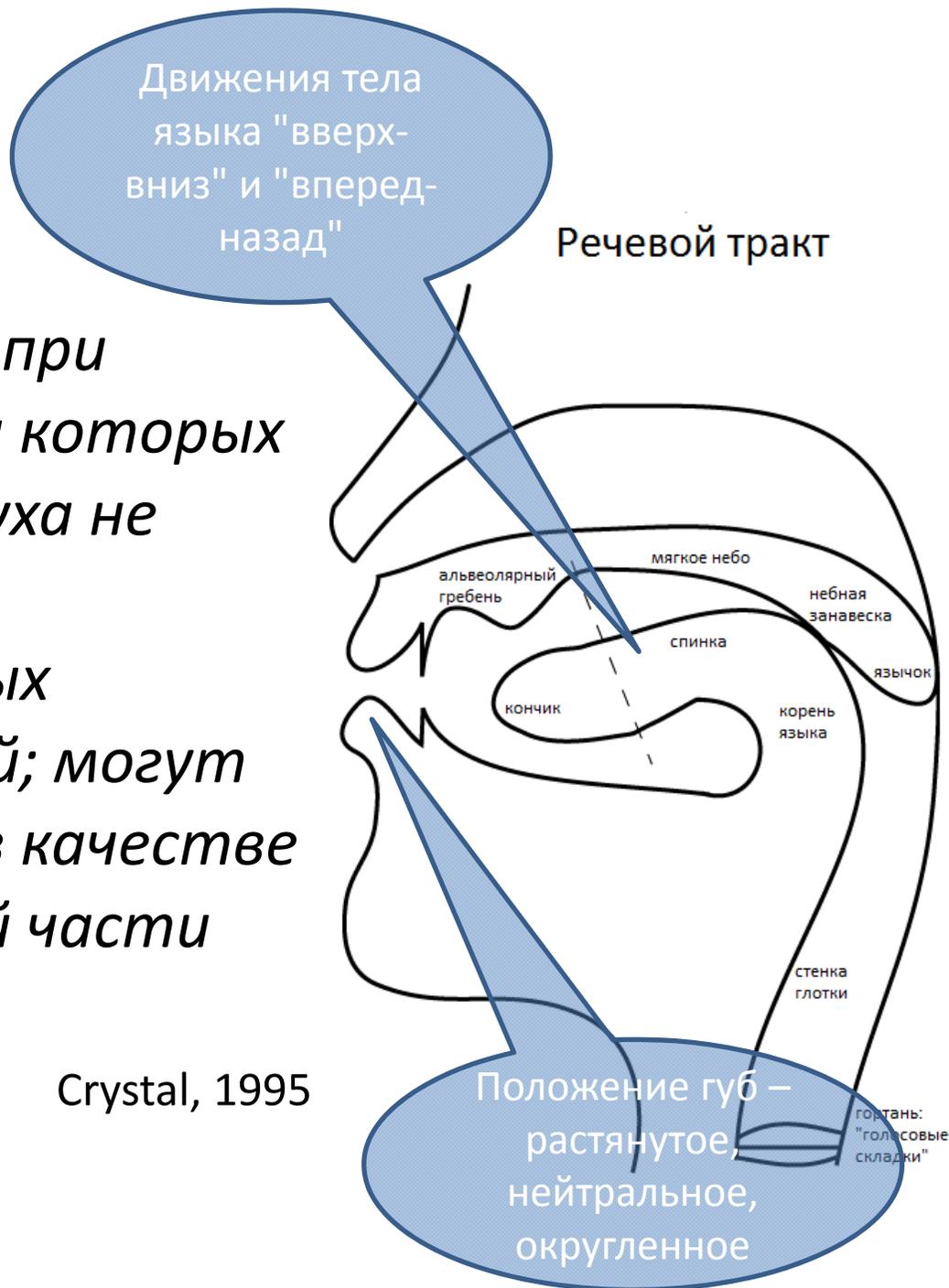
ш

с

# Гласные

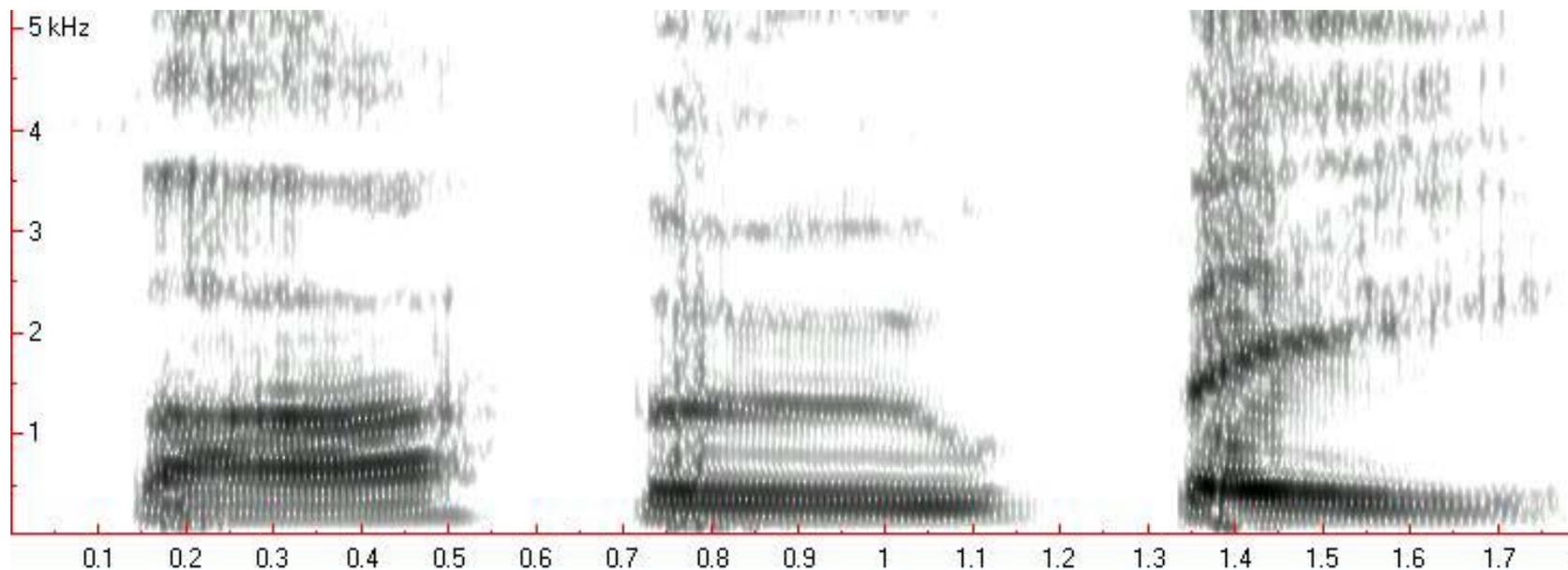
- “тип звуков, при артикуляции которых потоку воздуха не создаётся существенных препятствий; могут выступать в качестве центральной части слога”

Crystal, 1995



# Речевые форманты (F1 F2 F3 F4 +) характеризуют гласные звуки

- Форманты – это резонансные пики, возникающие при прохождении воздушного потока по речевому тракту
- Формируют качество звука, определяемое характеристиками речевого тракта
- Форманты меняются при изменении длины и формы речевого тракта
- Формантам присваиваются номера в порядке возрастания частоты звука
  - F1 F2 F3



*/ба/*

*/бу/*

*/би/*

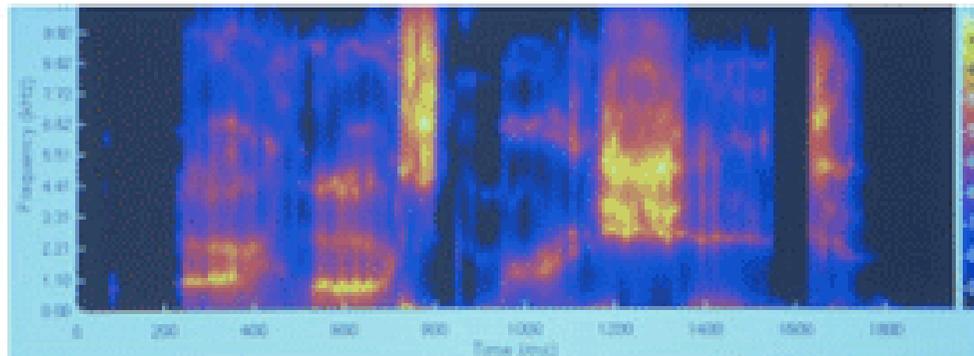
Изменения формы языка и губ ведут к акустическим изменениям. Основная энергия приходится на низкие частоты

# Согласные

- “звуки речи, приходящиеся на начало или конец слога; образуются при частичном или полном блокировании воздушного потока речевым трактом”

Crystal, 1995

- Согласные состоят из **одной** основной частотной полосы (FB)



[aɪlɒst maɪʃi t]

**"I lost my sheet."**

# Иерархия слуховых навыков

- **Обнаружение** – способность реагировать на наличие или отсутствие звука
- **Различение** – способность воспринимать сходства и различия звуков
- **Распознавание** – способность идентифицировать услышанный звук путем его повторения, указания на написанный звук или написания
- **Понимание** – способность понимать смысл речи путем ответа на вопросы

# Представительство частотных диапазонов на аудиограмме

	М	У	А	И	Ш	С
250-350 Гц	FB	F1		F1		
500 Гц						
750 - 850 Гц		F2	F1			
1000-1500 Гц			F2			
2000 – 2500 Гц				F2		
3000 Гц					FB	
4000 Гц						FB

LING SOUNDS

FB: частотный диапазон

F1: первая форманта

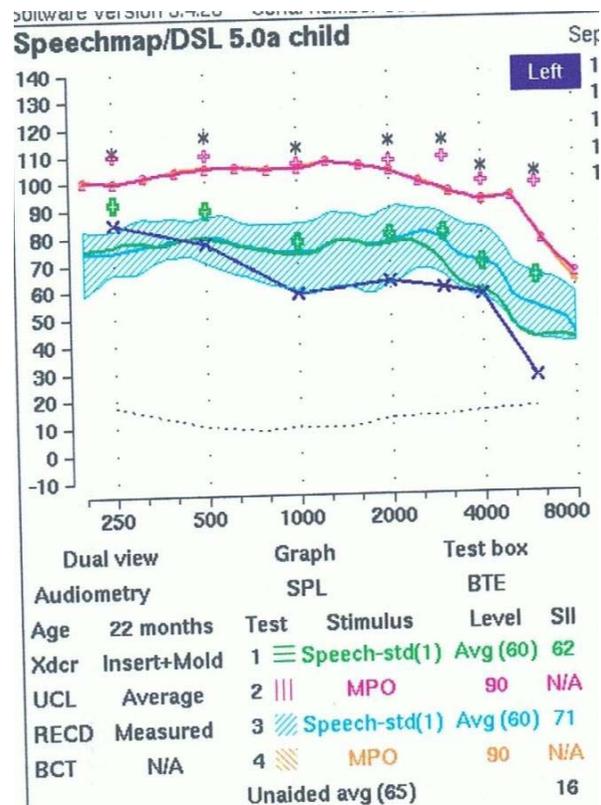
F2: вторая форманта

Источник: Ling, 1988

## Семья или специалисты сообщают:

- **Например: “не обнаруживает /с/, обнаруживает /ш/ только при повышении уровня голоса”**
- **Как должен аудиолог интерпретировать эту информацию, чтобы перенастроить усиление слухового аппарата?**
- **На сколько повысить усиление?**
- **Какие частоты следует перенастроить?**
- **Можно ли отойти от целевых значений?**

SPL-грамма, соответствующая отсутствию обнаружения /с/ и хорошему различению /у/ и /и/



Изменение на 5-8 дБ позволяет улучшить обнаружение речевых звуков. SII повышается с 62 до 71%.

Вокализация Ling Sounds

Видео

## Видео: Какие звуки речи путаются?

- /и/ воспроизводится как /у/
- /ш/ требует повышения голоса
- /с/ требует приближения, повышения голоса или воспроизводится как /ш/
- /у/ воспроизводится как /м/

Как нам перенастроить усиление?

# LING SOUNDS: /и/ воспроизводится как /у/

	М	У	А	И	Ш	С
250-350 Гц	FB	F1		F1		
500 Гц						
750 - 850 Гц		F2	F1			
1000-1500 Гц			F2			
2000 – 2500 Гц				F2		
3000 Гц					FB	
4000 Гц						FB

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

F1: не меняется

F2: требуется повышение усиления в диапазоне 2000-3000 Гц на 3-5 дБ по сравнению с целевыми значениями

Источник: Ling, 1988

# Для восприятия /ш/ и /с/ требуется повышение голоса

	М	У	А	И	Ш	С
250-350 Гц	FB	F1		F1		
500 Гц						
750 - 850 Гц		F2	F1			
1000-1500 Гц			F2			
2000 – 2500 Гц				F2		
3000 Гц					FB	
4000 Гц						FB

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Требуется повышение усиления в области 3000 Гц на 3-5 дБ по сравнению с целевыми значениями

Источник: Ling, 1988

# /у/ воспроизводится как /м/

	м	у	а	и	ш	с
250-350 Гц	<b>FB</b>	<b>F1</b>		<b>F1</b>		
500 Гц						
750 - 850 Гц		<b>F2</b>	<b>F1</b>			
1000-1500 Гц			<b>F2</b>			
2000 – 2500 Гц				<b>F2</b>		
3000 Гц					<b>FB</b>	
4000 Гц						<b>FB</b>

ХММ...:

...в чем  
заключается  
различие?

Требуется  
дополнительная  
информация

Источник: Ling, 1988

# Необходима формантная информация для согласных

Взято с сайта АВ: Средства для школы

English Consonants				
Adapted from Ling, Daniel (1974) <i>Speech and the Hearing Impaired Child: Theory and Practice</i>				
Consonant	1st Formant	2nd Formant	3rd Formant	4th Formant
/p/			1,500–2,000	
/t/			2,500–3,000	
/k/	300–400		2,000–2,500	
/d/	300–400		2,500–3,000	
/b/	300–400		2,000–2,500	
/g/	200–300		1,500–2,500	
/m/	250–350	1,000–1,500	2,500–3,500	
/n/	250–350	1,000–1,500	2,000–3,000	
/ŋ/ (wing)	250–350			4,500–6,000
/l/				4,000–5,000
/s/				5,000–6,000
/ʃ/			1,500–2,000	4,500–5,500
/θ/ (thin)				6,000
/h/			1,500–2,000	
/r/	300–400			3,500–4,500
/z/	200–300			4,000–5,000
/TH/ (that)	250–400	1000–1,500	2,000–3,000	
/ch/	200–300		1,500–2,000	4,000–5,000
/dʒ/ (jot)	200–300		2,000–3,000	
/l/	250–400		2,000–3,000	
/r/ (err)	600–800	1,000–1,500	1,800–2,400	

Vowels			
Adapted from Ling, Daniel (1974) <i>Speech and the Hearing Impaired Child: Theory and Practice</i>			
Vowel	Example	1st Formant	2nd Formant
/i/	bee	370	3,200
/ɪ/	bit	530	2,730
/e/	bet	690	2,610
/æ/	bat	1,010	2,320
/ɑ/	box	1,020	1,750
/ə/	bail	600	1,680
/ʊ/	book	540	1,410
/u/	boot	430	1,170
/ʌ/	but	850	1,590
/ɜ/	bird	560	1,820

Tips for using The Sounds of Speech charts and tables

1. These charts and tables with vowel and consonant formant information

# Итак, где же недостающая звуковая информация?

	1-я форманта	2-я форманта	3-я форманта
/м/	250 – 350 Гц	1000 – 1500 Гц	2500 – 3500 Гц
/γ/	250 – 350 Гц	750 – 850 Гц	2200 – 3000 Гц

# Какие звуки не воспроизводятся? Можно ли их различить? Тест ASSE

**Test Result**  
Output

**ASSE** Phoneme Discrimination  
Operator:

06/02/2013 12:42  
Score:  
**43%**

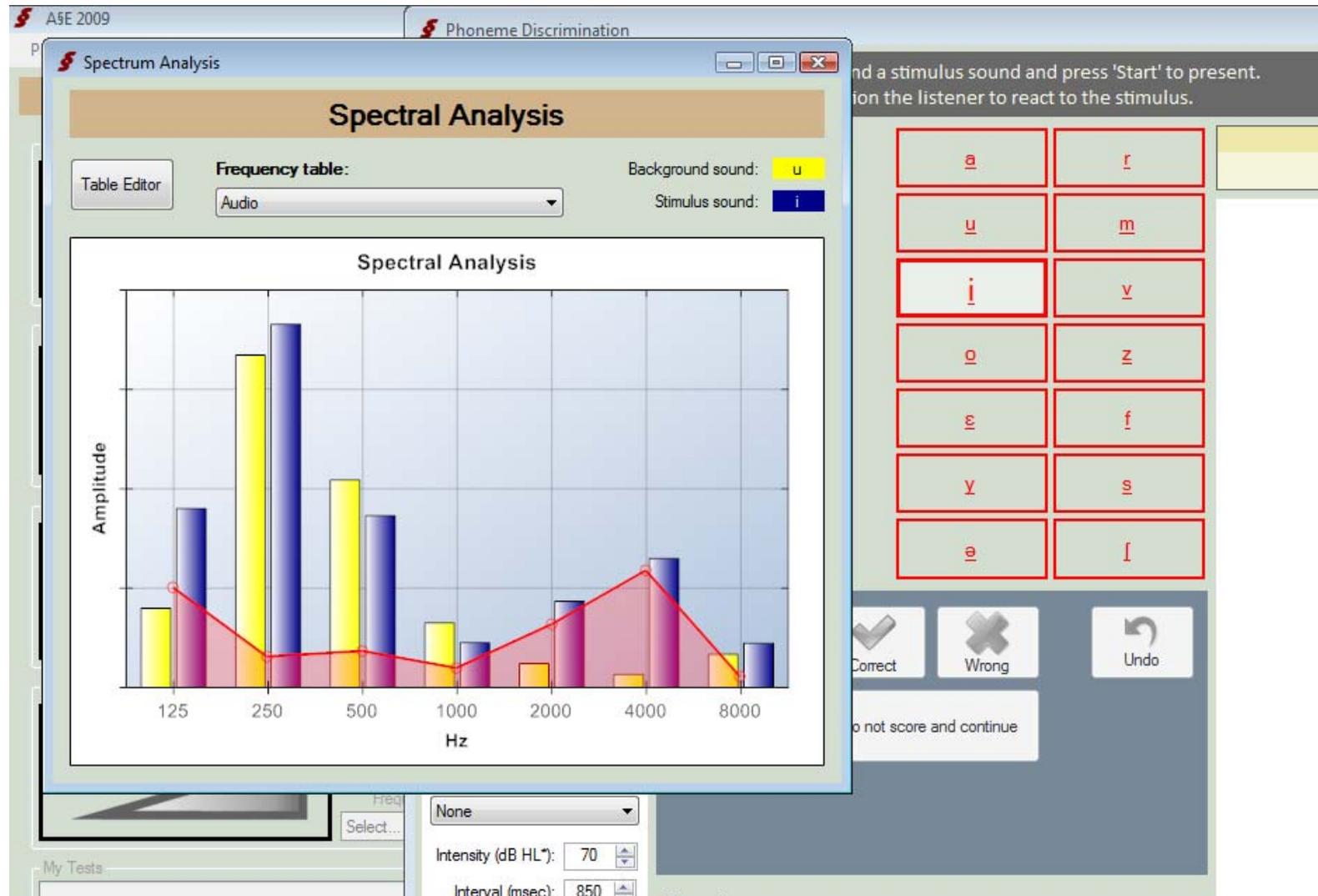
a - r	<input type="checkbox"/>
u - j	<input type="checkbox"/>
u - a	<input checked="" type="checkbox"/>
u - i	<input checked="" type="checkbox"/>
i - a	<input checked="" type="checkbox"/>
o - a	<input type="checkbox"/>
i - e	<input type="checkbox"/>
m - z	<input checked="" type="checkbox"/>
s - j	<input checked="" type="checkbox"/>
e - a	<input type="checkbox"/>
u - o	<input type="checkbox"/>
a - a	<input type="checkbox"/>
a - o	<input type="checkbox"/>
a - e	<input type="checkbox"/>
a - i	<input type="checkbox"/>
z - s	<input checked="" type="checkbox"/>
v - z	<input checked="" type="checkbox"/>
a - u	<input type="checkbox"/>
u - y	<input type="checkbox"/>
y - i	<input type="checkbox"/>

Remarks

Otoconsult ASSE 2009® v1.2.5.0; Phoneme Discrimination v1.0

Change Server - Citr... ASSE 2009 Test Result

# Представление результатов теста ASSE



Тестирование разборчивости речи:  
2 года 11 месяцев, слуховая нейропатия

Видео

Видео: Тестирование разборчивости речи –  
слуховая нейропатия, 2 года 11 месяцев

Какие звуки воспринимаются неправильно?

- /th/ (мягкий межзубный /т/) воспроизводится как /кр/
- /б/ вообще не воспринимается (вместо "бак" – "ак")
- /м/ воспроизводится как /ф/

Как нам перенастроить усиление?

# Необходима формантная информация для согласных

Взято с сайта АВ: Средства для школы

English Consonants				
Adapted from Ling, Daniel (1974) <i>Speech and the Hearing Impaired Child: Theory and Practice</i>				
Consonant	1st Formant	2nd Formant	3rd Formant	4th Formant
/p/			1,500–2,000	
/t/			2,500–3,000	
/k/	300–400		2,000–2,500	
/d/	300–400		2,500–3,000	
/b/	300–400		2,000–2,500	
/g/	200–300		1,500–2,500	
/m/	250–350	1,000–1,500	2,500–3,500	
/n/	250–350	1,000–1,500	2,000–3,000	
/ŋ/ (wing)	250–350			4,500–6,000
/l/				4,000–5,000
/s/				5,000–6,000
/ʃ/			1,500–2,000	4,500–5,500
/θ/ (thin)				6,000
/h/			1,500–2,000	
/r/	300–400			3,500–4,500
/z/	200–300			4,000–5,000
/ð/ (that)	250–400	1000–1,500	2,000–3,000	
/tʃ/	200–300		1,500–2,000	4,000–5,000
/dʒ/ (jot)	200–300		2,000–3,000	
/l/	250–400		2,000–3,000	
/r/ (err)	600–800	1,000–1,500	1,800–2,400	

Vowels			
Adapted from Ling, Daniel (1974) <i>Speech and the Hearing Impaired Child: Theory and Practice</i>			
Vowel	Example	1st Formant	2nd Formant
/i/	bee	370	3,200
/ɪ/	bit	530	2,730
/e/	bet	690	2,610
/æ/	bat	1,010	2,320
/ɑ/	box	1,020	1,750
/ə/	bail	600	1,680
/ʊ/	book	540	1,410
/u/	boot	430	1,170
/ʌ/	but	850	1,590
/ɜ/	bird	560	1,820

Tips for using The Sounds of Speech charts and tables

1. These charts and tables with vowel and consonant formant information

# Обратитесь к шпаргалке акустических свойств согласных звуков

	1-я форманта	2-я форманта	3-я форманта	4-я форманта
/кр/	600 – 800 Гц	1000 – 1500 Гц	2000 – 2500 Гц	
/thr/	600 – 800 Гц	1000 – 1500 Гц		6000 Гц
/б/	300 – 400 Гц		2000 – 2500 Гц	
/м/	250 – 350 Гц	1000 – 1500 Гц	2500 – 3500 Гц	
/ф/				4000 – 5000 Гц

Хорошие аудиологические результаты зависят от абилитации. Абилитация зависит от хорошо выполненных аудиологических исследований

- Пользуйтесь протоколами настройки СА по данным КСВП и результатам поведенческих тестов
- Для точной настройки усиления СА необходимо исследовать обнаружение, различение и воспроизведение речевых звуков
  - Ling sounds и другие речевые контрастные тесты
  - Собственная вокализация ребенка
  - Исследование распознавания (разборчивости) речи
- Результаты используются для систематической подстройки СА

**БОЛЬШОЕ СПАСИБО ЗА  
ПРИГЛАШЕНИЕ В ШТУТГАРТ ДЛЯ  
УЧАСТИЯ В ЭТОЙ ПРЕКРАСНОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ!**