

Что такое слуховое напряжение и как его измерить?

Эрин М. Пику (Erin M. Picou), AuD, PhD

Хороший слух и благополучие – научно доказанная взаимосвязь
Франкфурт (Германия)

15 ноября 2019 г.



Раскрытие информации

- Основное место работы:
Медицинский центр Университета
Вандербильта
- Совместительство:
 - Редколлегия журнала *American Journal of Audiology*
 - Редактор раздела в журнале *Ear and Hearing*
- Соавторы:
 - Todd Ricketts, Travis Moore, Ben Hornsby, Gina Angley
 - Gabrielle Buono, Samantha Gustafson, Maddox Myers, Elizabeth Agboola, Javier Santos, Claire Umeda, Nia Potier, Anna Allen, Alaina Abadie, Katie Berg
- Источники финансирования научной работы:
 - Sivantos
 - Oticon
 - Phonak/ Sonova
 - Resound
 - Starkey
 - Национальные институты здоровья
 - Национальная научная ассоциация
 - Американская ассоциация речи и слуха

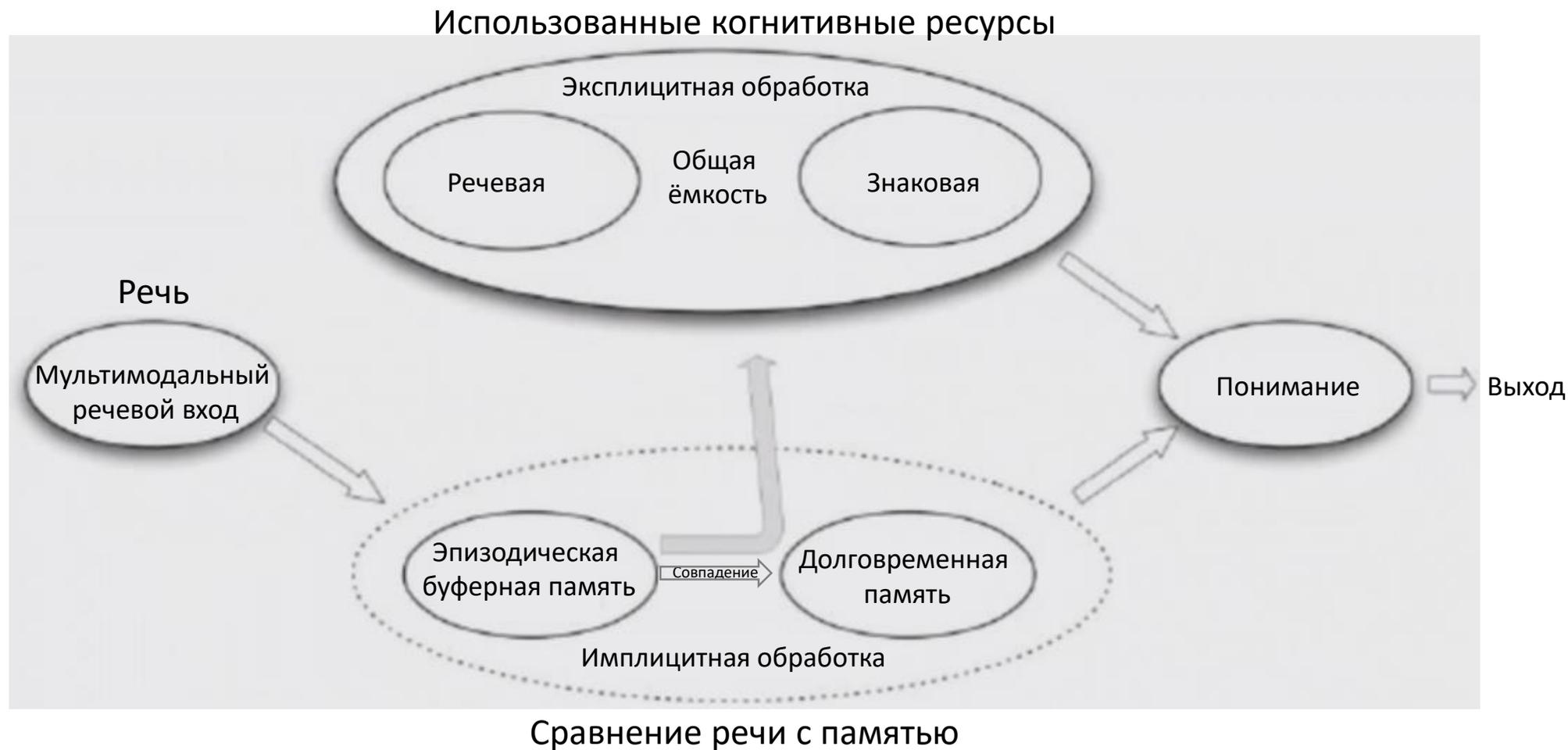


Что такое слуховое напряжение?

- Умственная энергия, необходимая для того, чтобы слушать
- Когнитивные ресурсы, необходимые для распознавания речи
 - *Hicks & Tharpe (2002) J Speech Lang Hear Res, 45, 573-584*
- Умственное напряжение, необходимое для восприятия и понимания слуховой информации
 - *McGarrigle et al (2014) IntJ Audiol, 53, 433-445*
- Произвольное распределение когнитивных ресурсов для преодоления препятствий, возникающих при выполнении задания
 - *Pichora-Fuller et al (2016) Ear Hear, 37, 5S-27S*



Легкость понимания речи (ELU)



Основа для понимания напряженного слушания



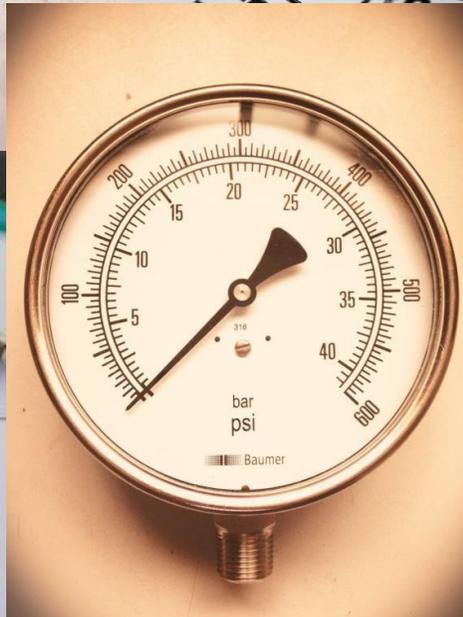
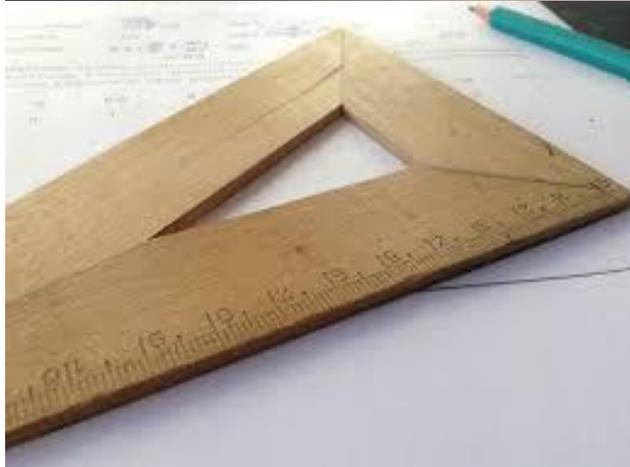
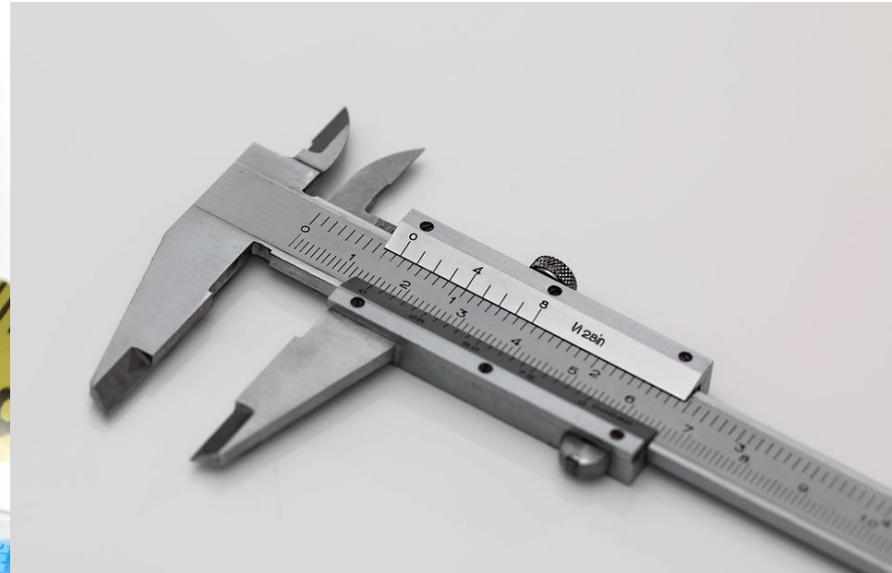
Основа для понимания напряженного слушания



Обусловленные входным сигналом факторы, снижающие вероятность совпадения (см. слайд 4):

- Шум
- Речь с акцентом
- Тугоухость
- Незнакомая лексика

Как измерить когнитивные ресурсы?



Сегодняшняя повестка

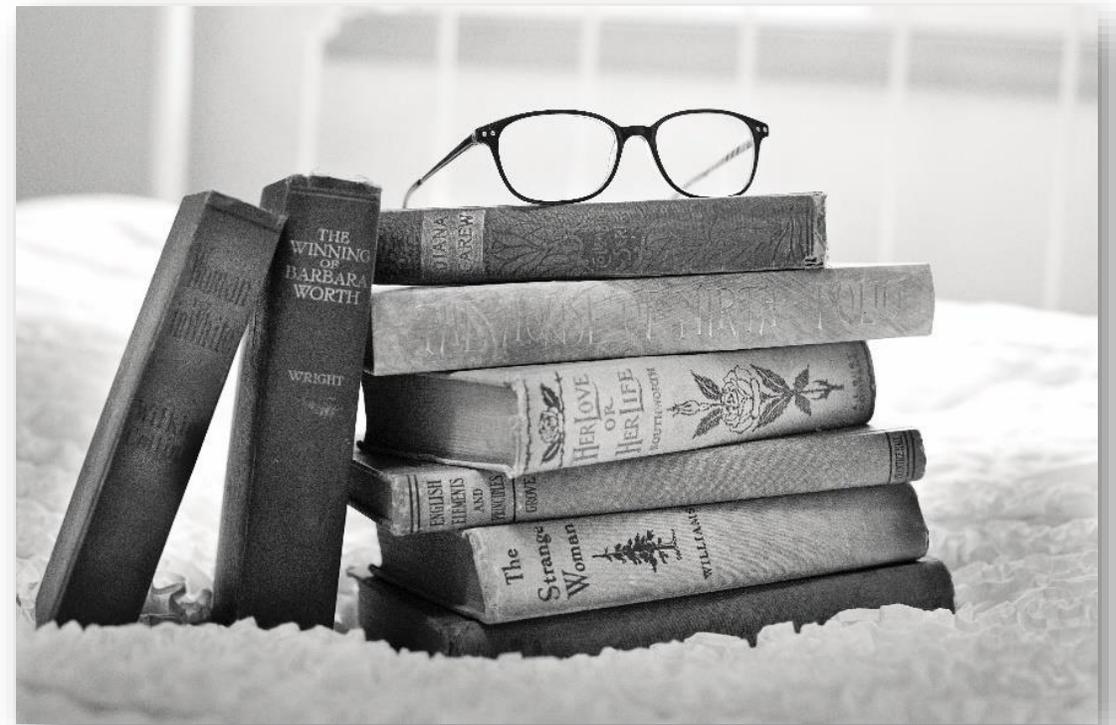
Обзор 5 основных методических категорий

- Разъяснение основных принципов, лежащих в основе категории измерения
- Описание нескольких типов измерения
- Рассмотрение примеров измерения в аудиологической практике
- Оценка сильных сторон и ограничений каждого вида измерений



Категории измерения

- Субъективные показатели
 - Опрос пациента
- Физиологические показатели
 - Измерение происходящих в организме изменений
- Электроэнцефалография
 - Измерение активности головного мозга
- Парадигмы способности вспоминать
 - Проверка памяти пациента
- Измерение времени реакции
 - Время, отражающее скорость реакции пациента



Субъективные показатели: обоснование

- Описание людьми своих умственных усилий
- Опыт и ощущения пациентов определяют их поведение
- Чем больше общих усилий, тем больше слуховое напряжение
- Предполагается, что люди способны точно описать свои ощущения



Субъективные показатели

- Опрос пациента
 - Неформальный рассказ
 - Стандартизированные анкеты
 - Исследовательские анкеты



Неформальный рассказ

- Пациенты обращаются в клинику и описывают свои ощущения
 - "Это утомительно"
 - "Я так устал слушать"
 - "Мне приходится очень напрягаться, чтобы слушать"
- Пациента можно "подтолкнуть" к рассказу
 - "Как вы себя чувствуете, находясь среди многих одновременно разговаривающих людей?"
 - "Трудно ли вам понимать собеседника в шумной обстановке?"
 - "Как вы себя чувствуете к концу дня?"



Стандартизированные анкеты

- Индекс целевой нагрузки Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (NASA-TLX)
 - Насколько умственно затратной была эта задача?
 - Насколько физически затратной была эта задача?
 - Насколько спешным было выполнение этой задачи?
 - Насколько успешно вы справились с заданием?
 - Насколько напряженно вам пришлось работать, чтобы справиться с заданием?
 - Насколько незащищенным, напряженным и раздраженным вы себя ощущали?

Стандартизированные анкеты

- Шкала оценки речи, пространства и качества слуха (SSQ)
 - Приходится ли вам прикладывать значительные усилия для того, чтобы услышать, о чем говорят во время беседы?

Много усилий Без усилий

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Отметьте, если это неприменимо

Detailed description: This is a horizontal Likert scale for the SSQ questionnaire. It features a scale from 0 to 10. The label 'Много усилий' (Many efforts) is positioned above the number 0, and 'Без усилий' (No efforts) is positioned above the number 10. To the right of the scale, there is a checkbox labeled 'Отметьте, если это неприменимо' (Mark if not applicable).

- Вынуждены ли вы сосредотачиваться, слушая кого-либо или что-либо?

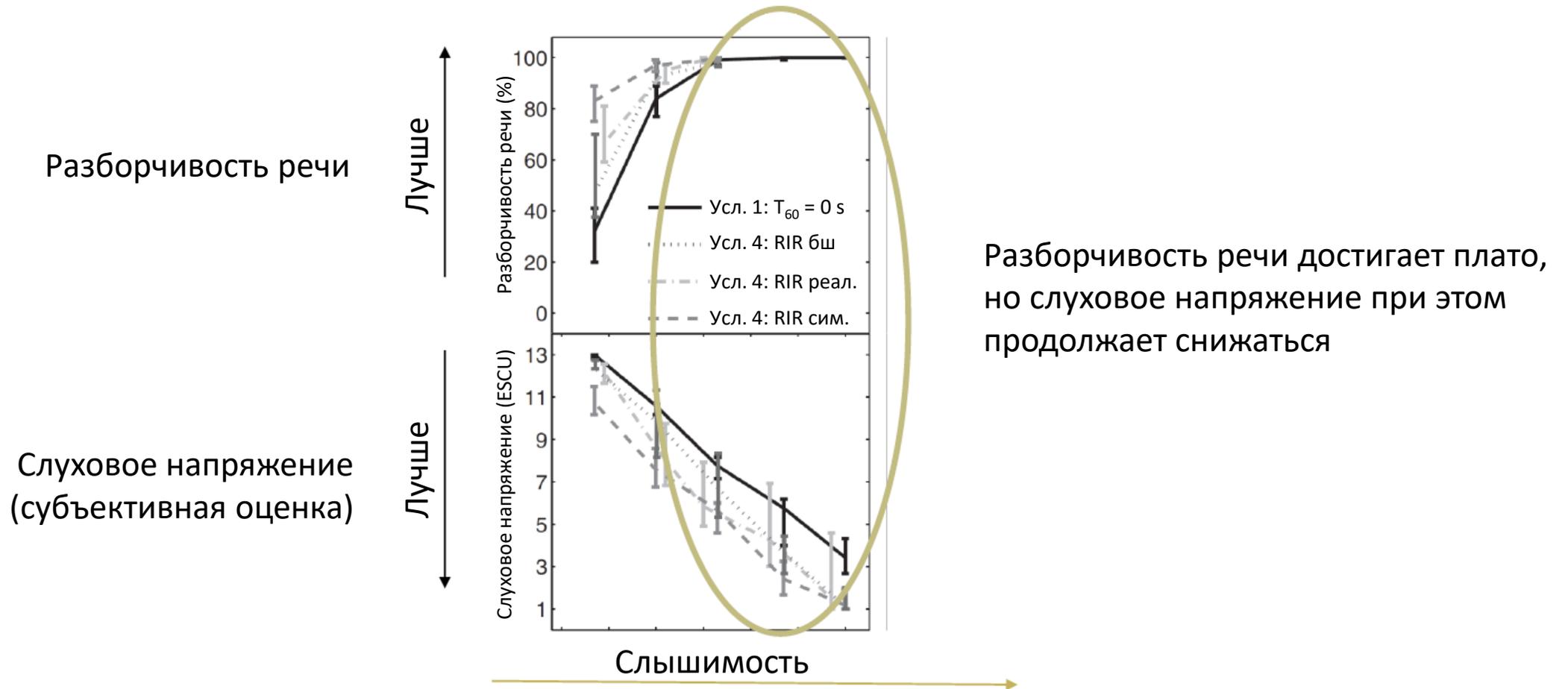
Нужно напряженно Не нужно
сосредотачиваться сосредотачиваться

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Отметьте, если это неприменимо

Detailed description: This is a horizontal Likert scale for the SSQ questionnaire. It features a scale from 0 to 10. The label 'Нужно напряженно сосредотачиваться' (Need to concentrate with effort) is positioned above the number 0, and 'Не нужно сосредотачиваться' (No need to concentrate) is positioned above the number 10. To the right of the scale, there is a checkbox labeled 'Отметьте, если это неприменимо' (Mark if not applicable).

Пример: исследование с использованием субъективных показателей



Субъективная оценка

- Преимущества:
 - Простота выполнения
 - Доступность
 - Отражает восприятие пациента
- Недостатки:
 - Не до конца понятна взаимосвязь с другими методами
 - Основано на предположении, что пациент способен передать свои ощущения

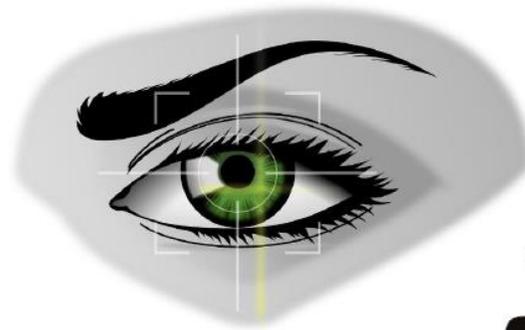


Физиологические показатели

- Повышенные требования в процессе умственной деятельности связаны с повышенной активностью вегетативной нервной системы (ВНС)
- Последствия активации вегетативной нервной системы:
 - Повышенная активация симпатической ветви ВНС
 - Реакция "беги или сражайся"
 - Частота сердечных сокращений и дыхания, кожная электропроводимость, расширение зрачков, напряжение мышц
 - Сниженная активация парасимпатической ветви ВНС
 - Реакция "отдыхай и переваривай"
- Чем больше меняется частота сердечных сокращений, электропроводимость кожи и диаметр зрачков, тем выше слуховое напряжение

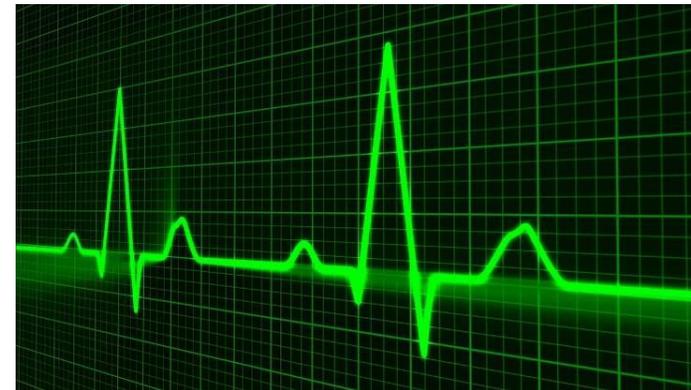
Физиологические показатели

- Регистрация происходящих в организме изменений
 - Изменение частоты сердечных сокращений
 - Пупиллометрия
 - Электропроводимость кожи



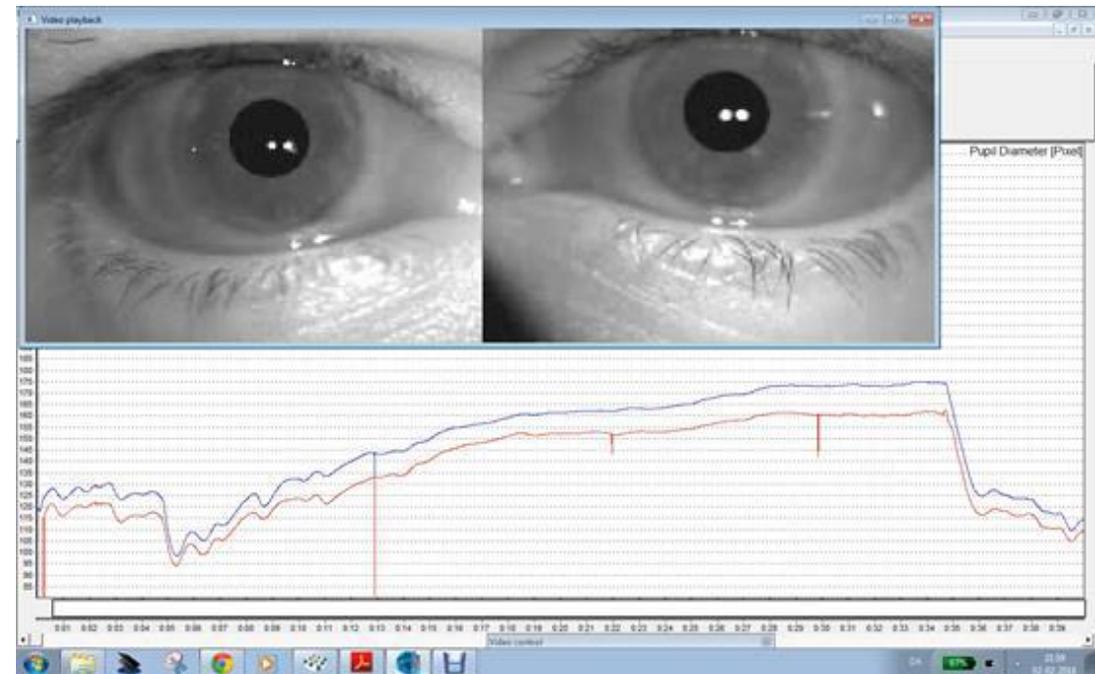
Изменение частоты сердечных сокращений

- Повышение умственных затрат → изменение баланса симпатической и парасимпатической активности → колебания частоты сердечных сокращений
- Основано на измерении пульсового объема крови в инфракрасном свете посредством датчика, прикрепленного к пальцу; регистрируется интенсивность инфракрасного света, отраженного поверхностью кожи
 - Каждое сердечное сокращение сопровождается пульсовым пиком объема крови
 - Измеряется постоянное колебание частоты сердечных сокращений



Пупиллометрия

- Повышение умственных усилий → расширение зрачков
- Измеряется путем оценки изменения размера зрачков в ответ на изменение задачи или условий ее выполнения; единица измерения – миллиметр
- Необходимы пупиллометр, темная комната и открытые глаза



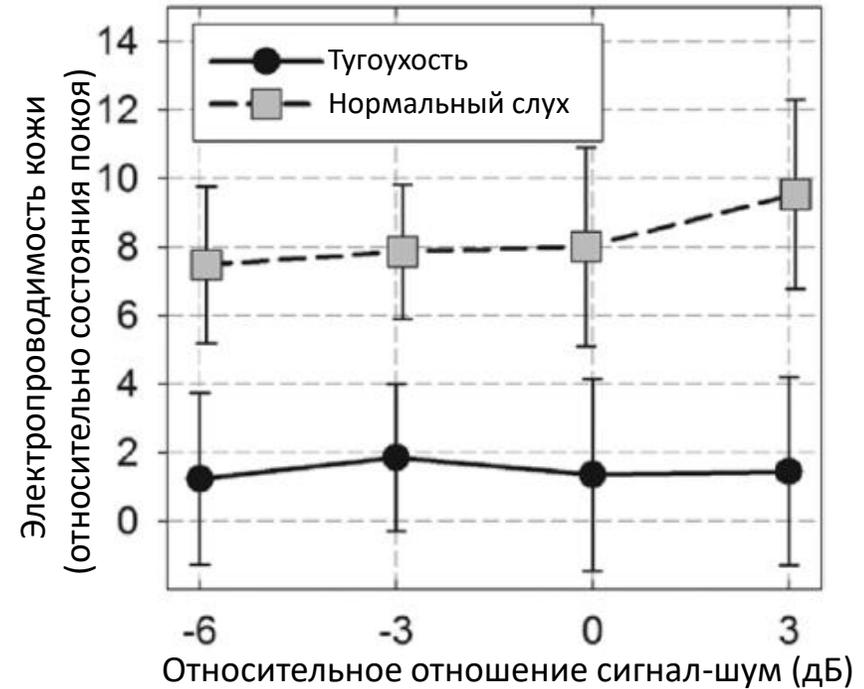
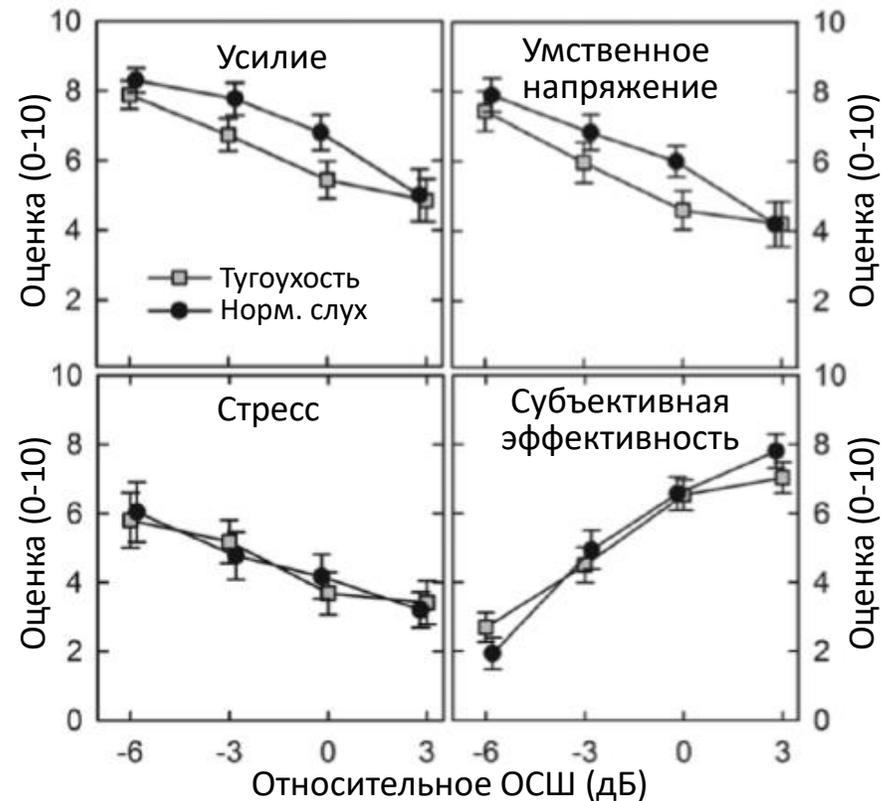
Электропроводимость кожи

- Повышение умственных усилий → повышение электропроводимости кожи (потение)
- Измеряется электродами, регистрирующими активацию эккриновых потовых желез; следствие увлажнения поверхности кожи
- Необходимы регистрирующее устройство, доступ к участкам тела (как правило, пальцам); единица измерения - микросименс



Пример: физиологические показатели в научной работе

Субъективные оценки не различаются



Статистически значимое различие физиологических показателей

Физиологические показатели

- Преимущества:
 - Понимание когнитивных процессов, независящее от мнения пациента
 - Основано на понимании процессов, протекающих в организме
 - Бóльшая чувствительность по сравнению с традиционными показателями
- Недостатки:
 - Необходим достаточный технический опыт
 - Возрастные изменения могут привести к определенным проблемам
 - Основано на предположениях, касающихся вегетативной нервной системы
 - Эмоциональные и стрессовые реакции также влияют на симпатическую и парасимпатическую системы



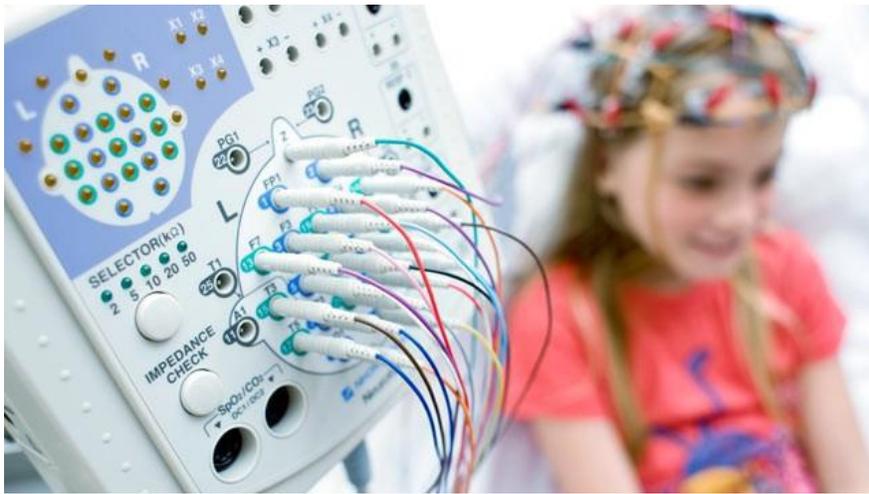
Электрoэнцефалография

- Нейронная активность генерирует измеримую электроэнергию
- Ее можно измерить с помощью размещенных на коже черепа электродов
- Чем усилeнее работает мозг, тем мощнее электрический сигнал
 - Вовлечение дополнительных нейронов в выполнение задачи
 - Активное подавление прилегающих областей мозга для большей концентрации
- Чем больше слуховое напряжение, тем выше электрическая активность



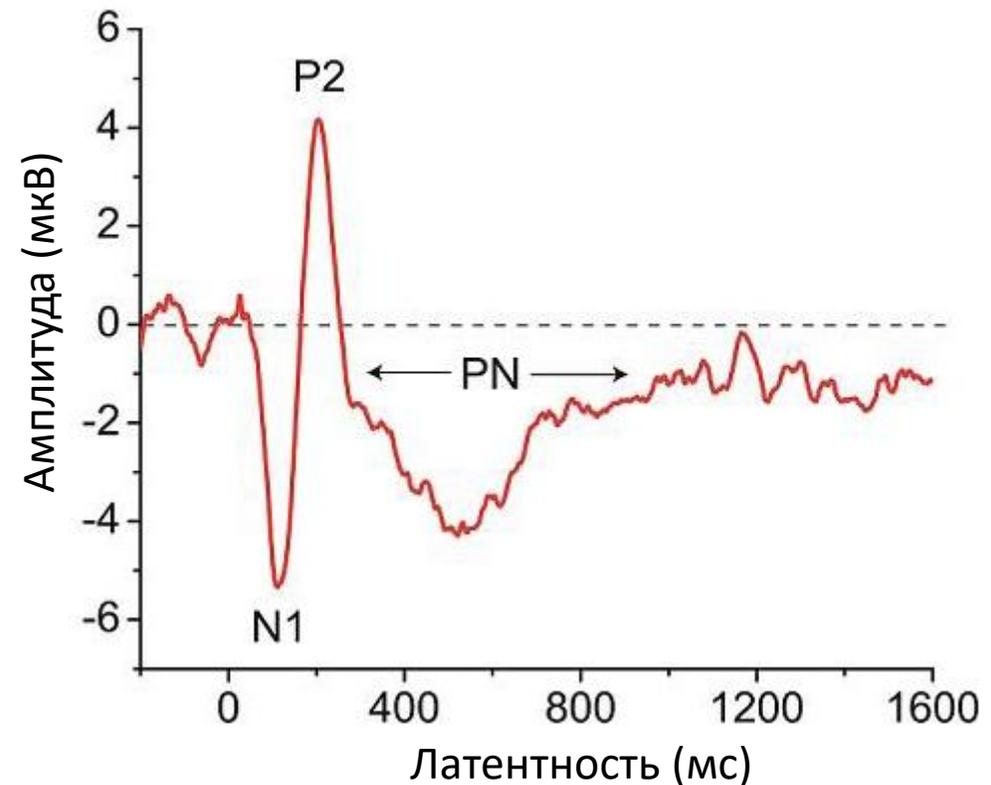
Электрэнцефалография

- Измерение активности головного мозга
 - Мощность альфа-ритма
 - Вызванный потенциал N1



Вызванный потенциал N1

- N1 (N100) – компонент поздних (корковых, длиннолатентных) слуховых вызванных потенциалов
- Отрицательное колебание, возникающее приблизительно через 100 мс после стимула
- Отражает избирательное внимание, начальный этап распознавания образов и целенаправленное различение
- При повышении внимания амплитуда потенциала растет

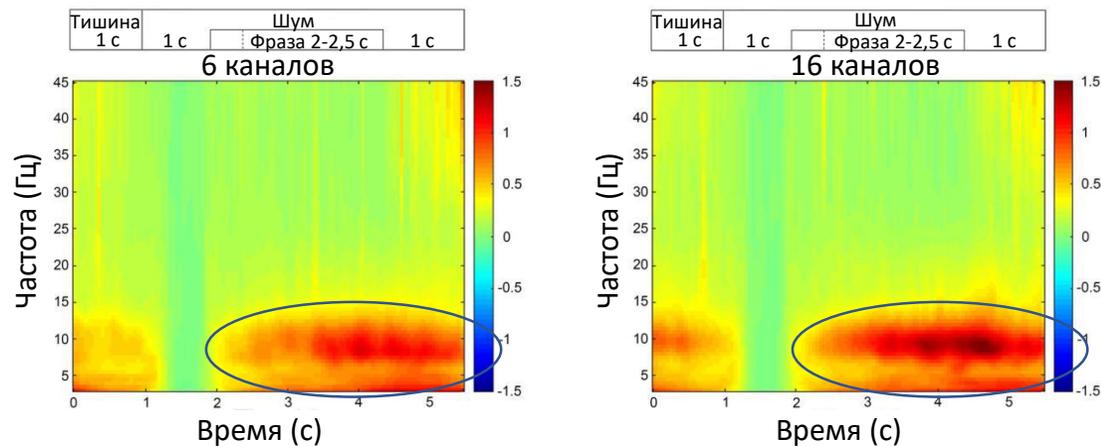


Альфа-колебания

- Альфа-колебания отражают когнитивную энергию
- Регистрация альфа-колебаний производится в межстимульный период
- Когнитивные ресурсы направлены на сохранение услышанной информации и подавление неактуальной информации
- Мощность альфа-активности выше в сложных условиях или при высокой нагрузке на память

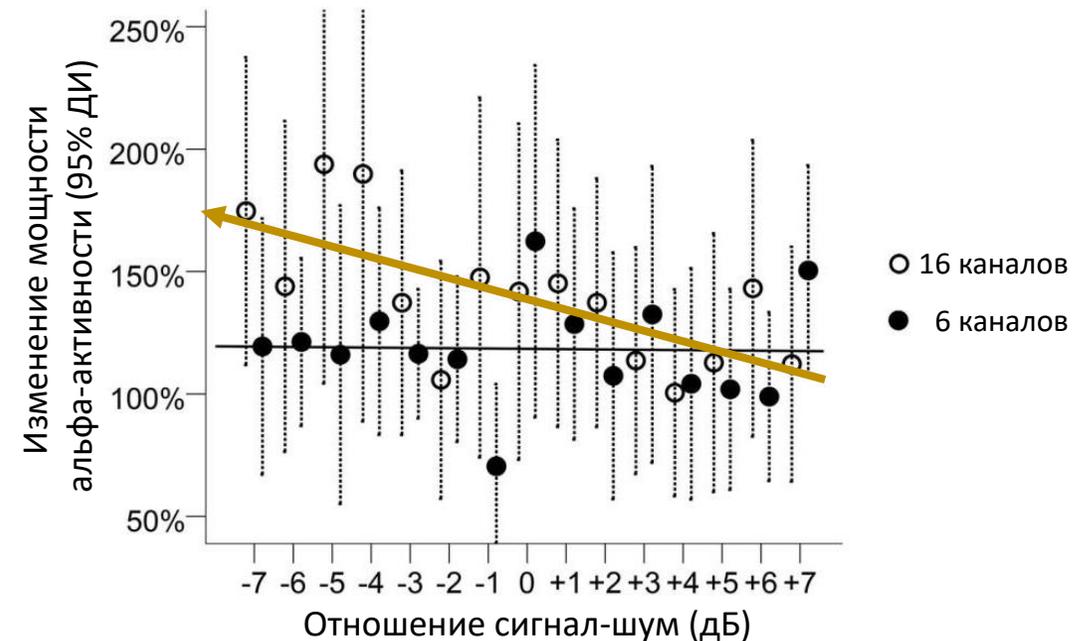


Пример: электроэнцефалография



Изменение мощности альфа-активности относительно исходного уровня означает умственное усилие

Чем выше уровень шума, тем больше слуховое напряжение



Электрoэнцефалография

- Преимущества:
 - Непосредственное измерение активности головного мозга
 - Хорошее временное разрешение
 - Удовлетворительное пространственное разрешение
- Недостатки:
 - Необходим достаточный технический опыт
 - Необходимо дорогое оборудование
 - Ограниченные варианты предъявления стимула
 - Неясна взаимосвязь различных частотных диапазонов
 - Критическую роль играет содействие пациента



Парадигмы с запоминанием

- Когнитивные способности человека ограничены
- Чем больше когнитивных ресурсов привлекается к распознаванию речи, тем меньше их остается на решение других задач
- В таком случае "другая задача" заключается в запоминании и воспроизведении ранее предъявленной информации
- Чем выше слуховое напряжение, тем меньше информации удастся воспроизвести



Парадигмы с запоминанием

- Проверка памяти пациента
 - Свободное вспоминание
 - Парное ассоциативное вспоминание



Свободное воспоминание

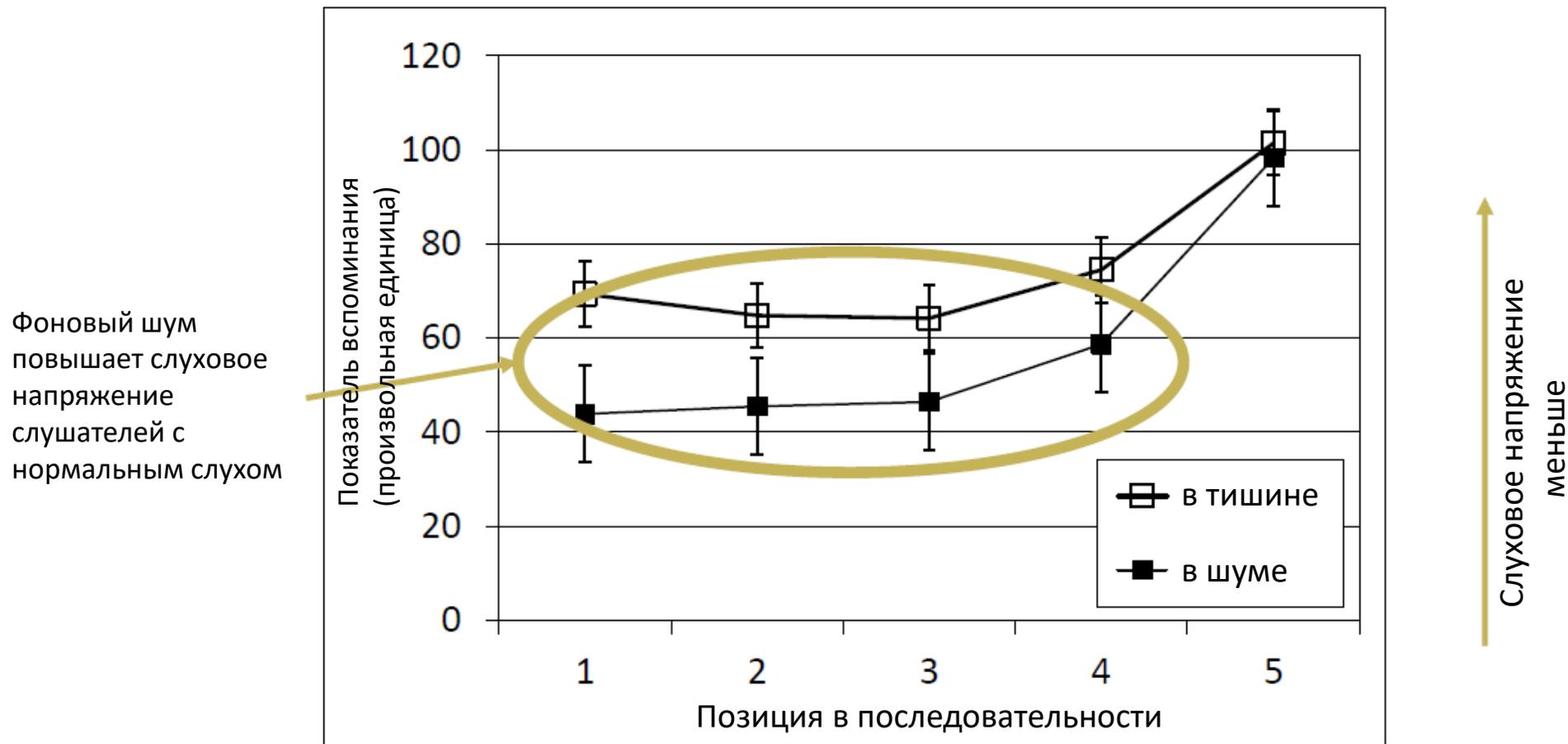
- Прослушайте несколько фраз; повторите их; по завершении постарайтесь вспомнить как можно больше слов из этих фраз.
- Оценка основана на количестве правильно вспомненных слов
- Пример:
 - Ruth must have known about the PIE
 - The man should discuss the OX
 - They heard I called about the PETНеобходимо вспомнить последние слова в каждой фразе: Pie, Oх, Pet

Задание с парным ассоциативным вспоминанием

- Прослушайте несколько пар слов
- Повторите каждую пару
- Затем вам назовут одно слово из любой пары; нужно вспомнить второе слово из этой пары
- Пример:
 - said – cave
 - ride – bit
 - put – run
 - loop – bee
 - fail – youth

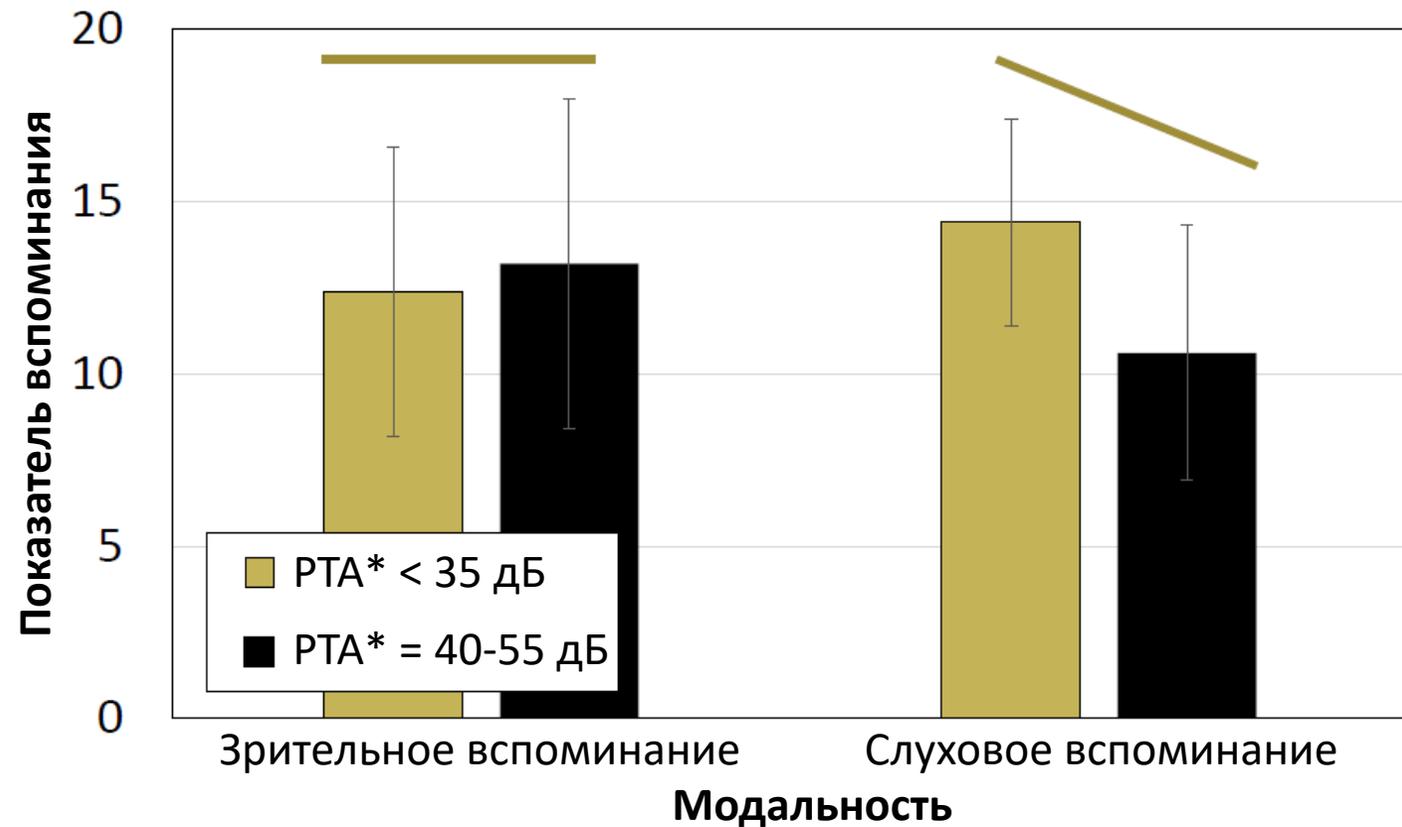
Затем произносится одно слово, например, PUT. Нужно вспомнить второе слово из этой пары (RUN)

Пример: использование теста на запоминаемость в научной работе



Пример: использование теста на запоминаемость в научной работе

- "Тугоухость может привести к мнимому ухудшению памяти"
- Тугоухость повышает слуховое напряжение



*PTA – средние пороги слышимости

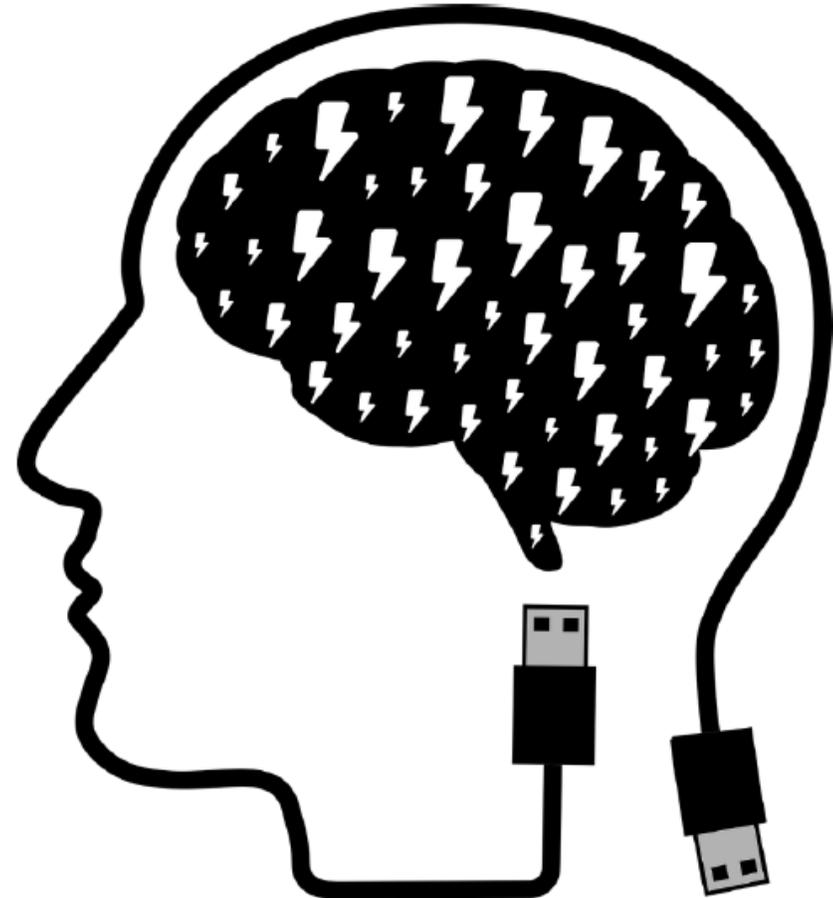
Показатели запоминаемости

- Преимущества
 - Непосредственное отражение доступных когнитивных ресурсов
 - Относительная простота выполнения тестов
- Недостатки
 - Требуется знания когнитивных тестов
 - Затратны по времени
 - Некоторые пациенты крайне негативно относятся к этим тестам



Время реакции

- Когнитивные способности человека ограничены
- "Другие" изучаемые ресурсы сказываются на времени, затрачиваемом на то, чтобы среагировать на стимул
- Чем больше время реакции, тем больше слуховое напряжение



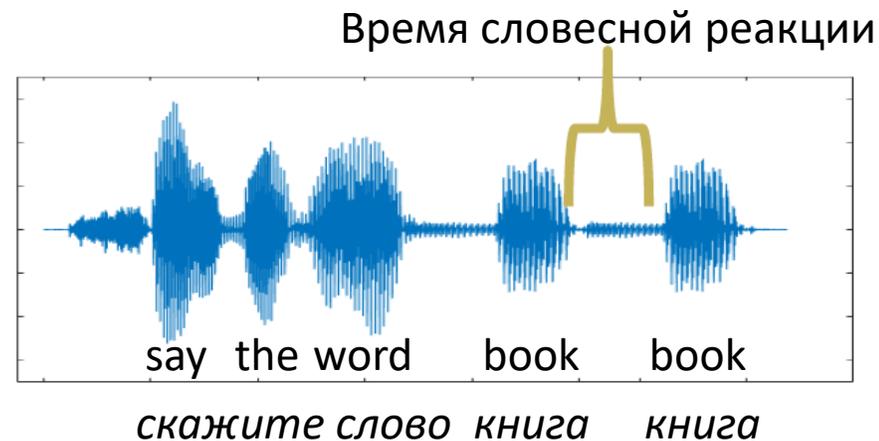
Время реакции

- Отражает скорость реакции пациента
 - Время словесной реакции
 - Парадигмы с двойной задачей



Время словесной реакции

- Время до начала словесного ответа пациента
- Показывает, сколько времени у человека уходит на то, чтобы начать отвечать
- Обычно измеряется в миллисекундах
- Необходимо продумать, как подавать стимул и как регистрировать ответную реакцию

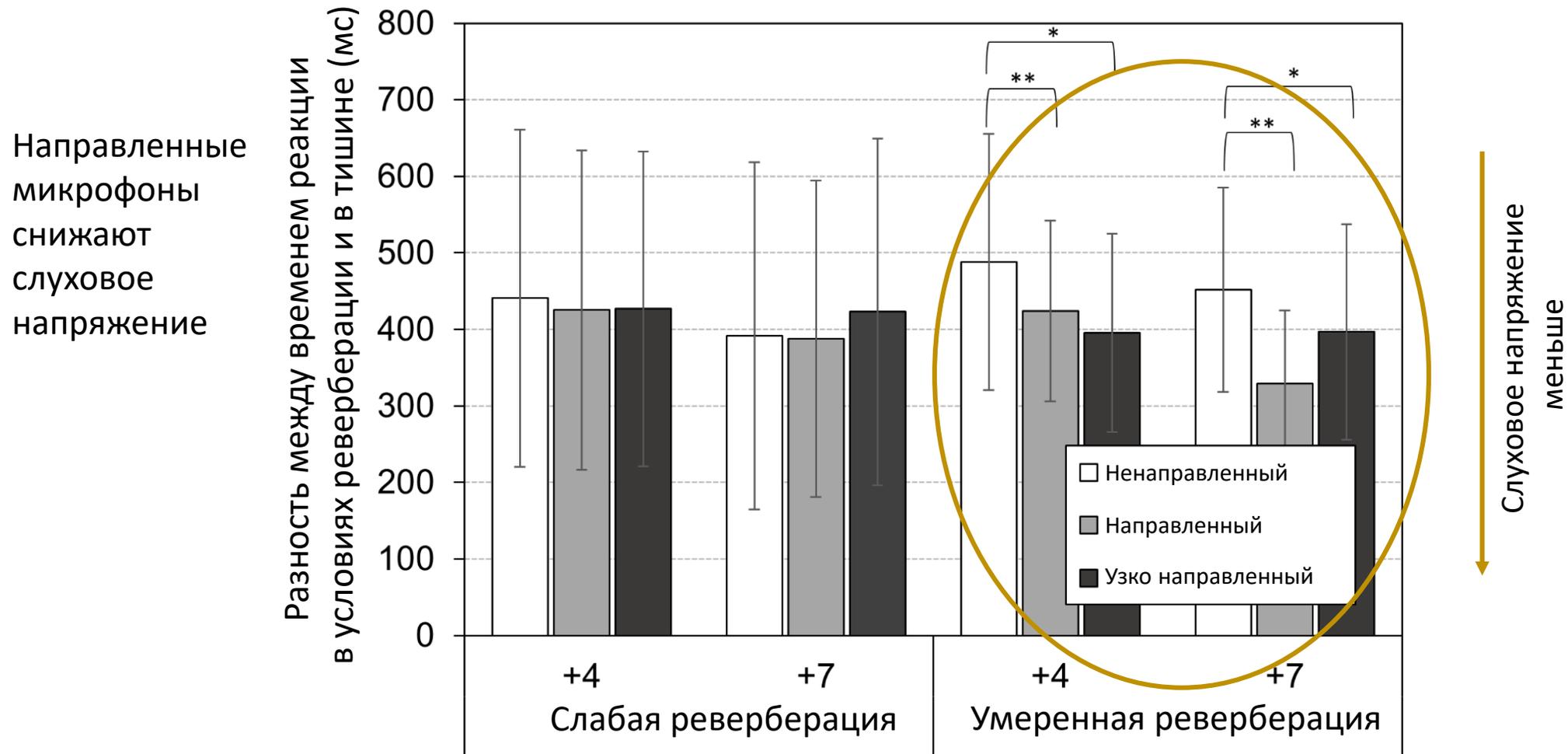


Парадигма с двойной задачей

- Измерение точности или скорости выполнения вторичной задачи
- Примеры вторичных задач
 - Нажмите на кнопку, как только загорится свет
 - Нажмите на кнопку, как только почувствуете "длинную-короткую-длинную" вибрацию
 - С помощью мыши отслеживайте движения курсора на экране
 - Нажмите на кнопку, если услышанное вами слово – имя существительное (для взрослых)
 - Нажмите на кнопку при появлении синего круга или желтого треугольника; НЕ нажимайте на кнопку при появлении синего треугольника или желтого круга (для детей)

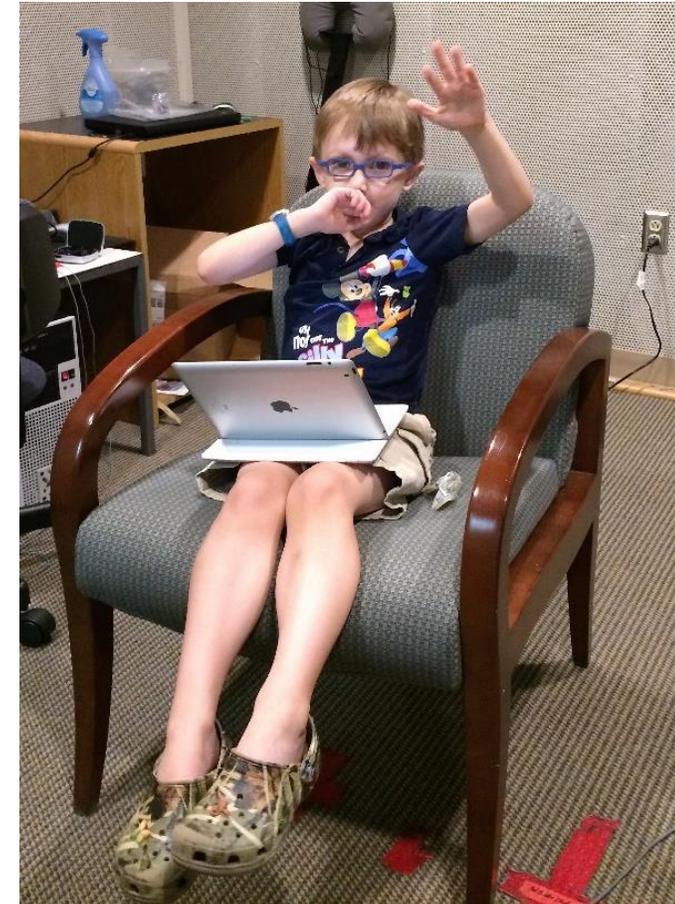


Время реакции в научных исследованиях



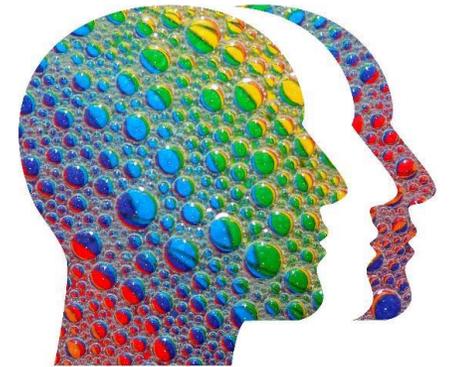
Показатели времени реакции

- Преимущества:
 - Отражает когнитивные способности
 - Относительно просты в исполнении
- Недостатки:
 - Приходится полагаться на предположительные когнитивные способности
 - Требуется наличие оборудования, точно измеряющего время
 - Важную роль играет инструктирование участников исследования
 - Данные могут быть весьма переменчивы
 - Возрастные соображения



Заключение

- Существует много методов измерения слухового напряжения
- Все они основаны на ряде предположений
 - Субъективные – участники исследования точно описывают свои ощущения
 - Физиологические – происходящие в организме изменения отражают повышенную когнитивную нагрузку
 - ЭЭГ – регистрируемая активность головного мозга отражает, главным образом, усилия
 - Парадигмы запоминаемости – тестируются когнитивные резервы
 - Время реакции – скорость реакции отражает когнитивные резервы
- Сочетание информации, полученной разными лабораториями в разных исследованиях, позволит нам больше узнать о слуховом напряжении



Спасибо!



Вопросы?