

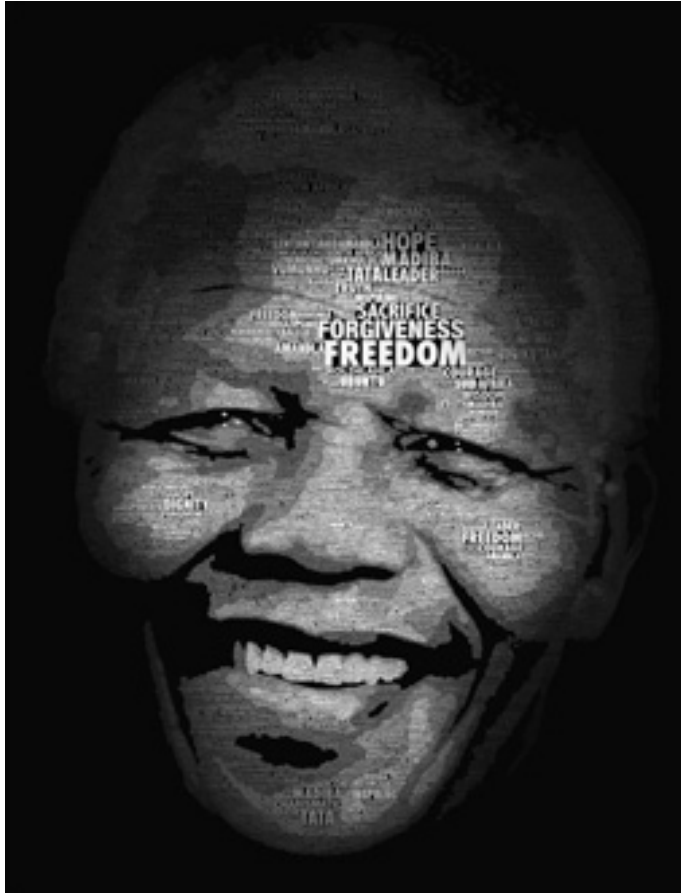
# СОСТОЯНИЕ СЛУХА У ДЕТЕЙ: ПОИСК НОВЫХ РЕШЕНИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ

---

**Проф. De Wet Swanepoel, PhD**

1. Отделение аудиологии и патологии речи и языка, Университет Претории, Южная Африка
2. Центр исследований уха, Университет Западной Австралии, Институт исследований уха Австралии
3. Центр коммуникативных нарушений Калье, Университет штата Техас в Далласе, США





*“Наше величайшее богатство – наши дети. Они – наше будущее”.*

*“Дети-инвалиды имеют равные со всеми права на полноценное и блестящее будущее”*

Нельсон Мандела

# Благодарность

Leigh Biagio и Faheema Mahomed, Отделение аудиологии и патологии речи и языка, Университет Претории, **Южная Африка**

Д-р Herman Myburgh и David Howe, Отделение электрической, электронной и компьютерной инженерии, Университет Претории, **Южная Африка**

Проф. Claude Laurent и д-р Thorbjorn Lundberg, Отделения оториноларингологии и семейной медицины, Университет Умео, **Швеция**

Проф. Robert Eikelboom, Центр исследований уха, Факультет хирургии, Университет Западной Австралии и Институт исследований уха, **Австралия**

# Содержание

- **Состояние слуха у детей – Проблемы**
  - *Распространенность*
  - *Доступность помощи*
- **Исследование новых решений**
  - *Дистанционная диагностика заболеваний уха в системе первичной медицинской помощи*
  - *Мобильный скрининг слуха*



# Распространенность тугоухости у детей

- Распространенность инвалидизирующей тугоухости (**>40 дБ** для взрослых, **>30 дБ** для детей в **лучше слышащем ухе**):
  - – **120** млн. в 1995 г.
  - – **278** млн. в 2005 г.
  - – **360** млн.\* в 2013 г.
    - \***5,3%** населения Земли
- **32** миллиона – дети
- С учетом малых степеней снижения слуха – **160** миллионов детей



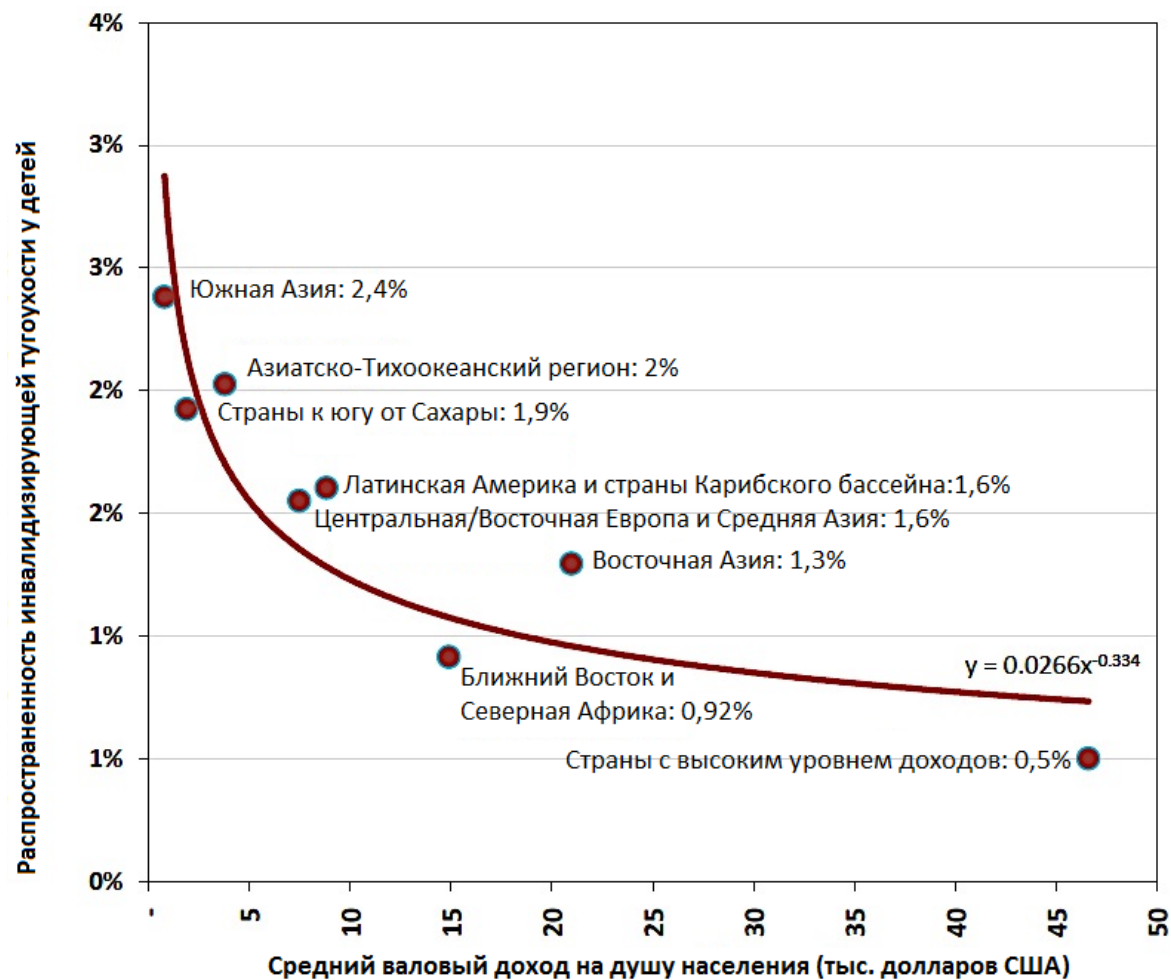
(ВОЗ, 2006; ВОЗ, 2013; Olusanya, Newton, 2007)

# Распространенность тугоухости у детей

Регионы	Инвалидизирующая тугоухость у детей (<15 лет)	
	Количество (млн.)	Распространенность (%)
Страны с высоким уровнем доходов	0,8	0,5
Африка к югу от Сахары	6,8	1,9
Ближний восток и Северная Африка	1,2	0,9
Южная Азия	12,3	2,4
Азиатско-Тихоокеанский регион	3,4	2,0
Латинская Америка и страны Карибского бассейна	2,6	1,6
Восточная Азия	3,6	1,3
Всего в мире	31,9	1,7

# Распространенность тугоухости у детей

Распространенность экспоненциально снижается по мере роста ВНД\*



\*Валовый доход на душу населения

● Распространенность инвалидизирующей тугоухости у детей в возрасте до 14 лет

# Распространенность тугоухости у детей

- Ежегодная рождаемость в развивающихся странах – **120 млн.**
- **798'000** – стойкая двусторонняя тугоухость (**25%** в странах южнее Сахары)
  - *Более высокая распространенность **ANSD\*** – (от **10,3** до **21,4%** всех случаев стойкой тугоухости)*
- **53'150** – стойкая двусторонняя тугоухость во всех развитых странах (**соотношение 1:14**)

(Swanepoel, Johl, Pienaar, 2013; UNICEF, 2008; Olusanya, Newton, 2007; Olusanya с соавт., 2008; Smith с соавт., 2005)

\*Заболевания спектра слуховой нейропатии



# Распространенность тугоухости у детей

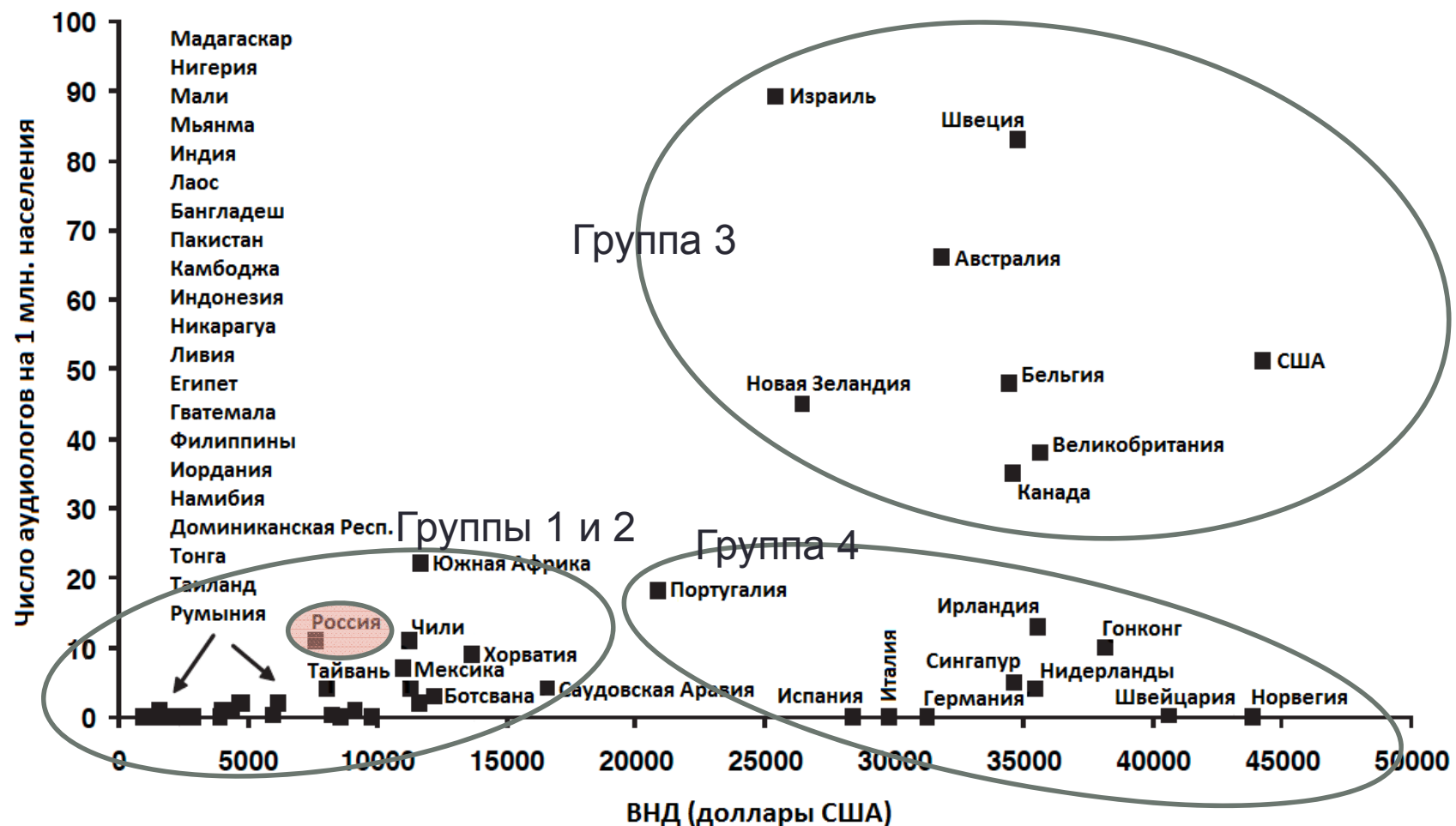
## *Ситуация в мире*

- Ежедневно рождаются **1'753** ребенка с значительной стойкой сенсоневральной тугоухостью:
  - **1'643** рождаются в развивающихся странах (5/1000)
  - **110** рождаются в развитых странах (3/1000)
- **>90%** рождаются в развивающихся странах

*(UNICEF, 2008; Olusanya, Newton, 2007; Olusanya с соав., 2008; Smith с соав., 2005)*

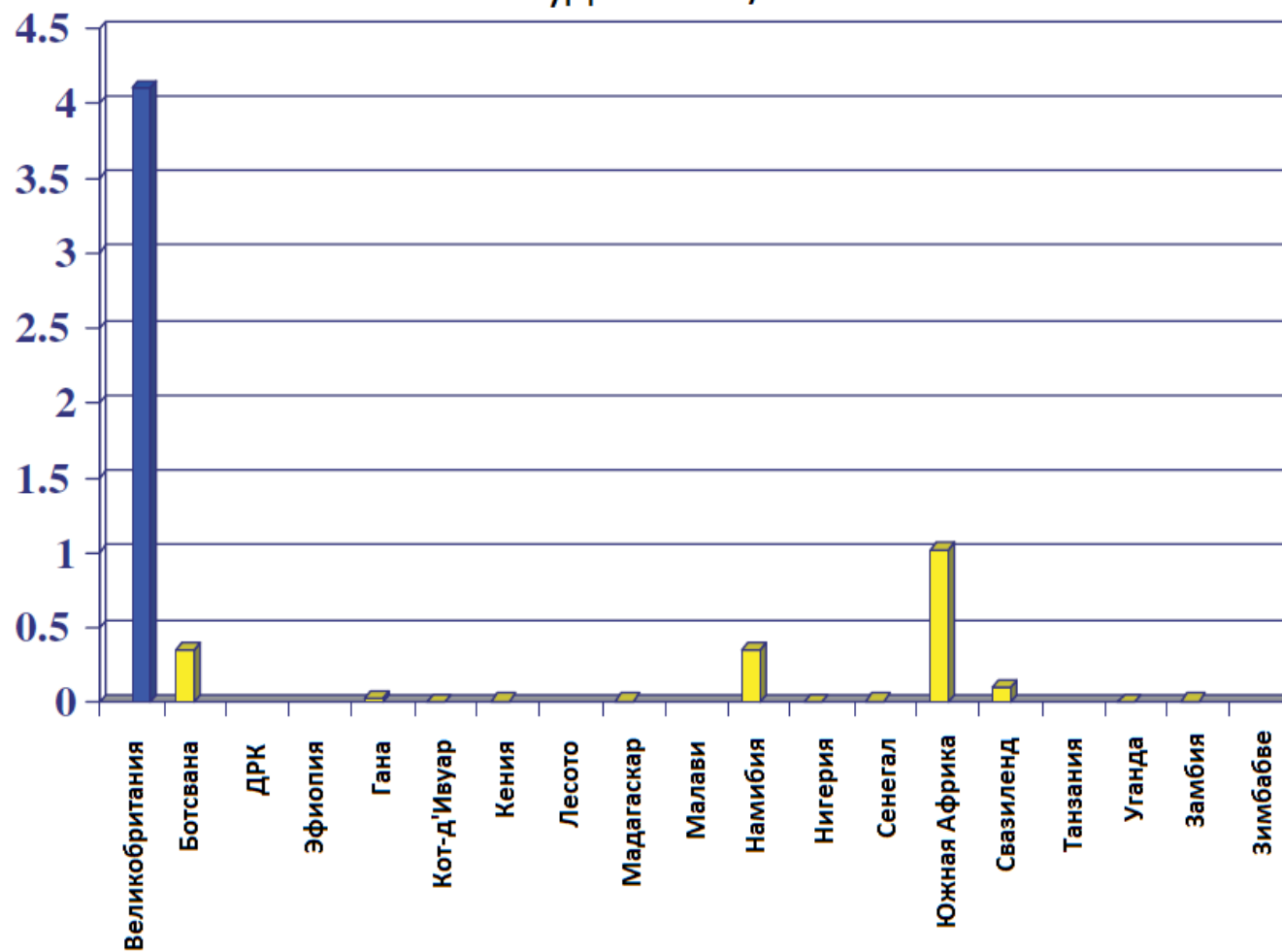


# Доступность аудиологической помощи



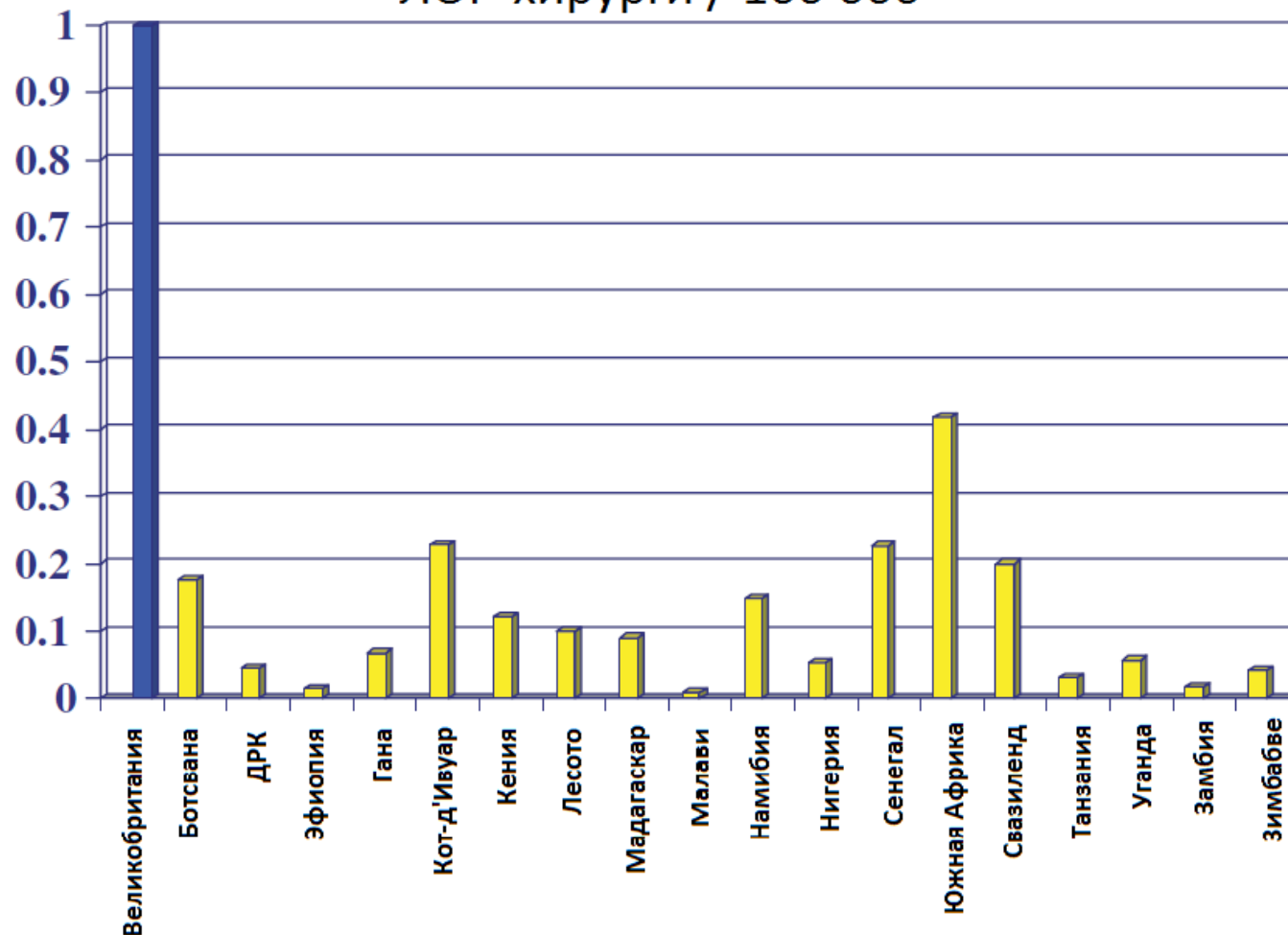
# Доступность аудиологической помощи в странах, расположенных южнее Сахары

Аудиологи / 100'000



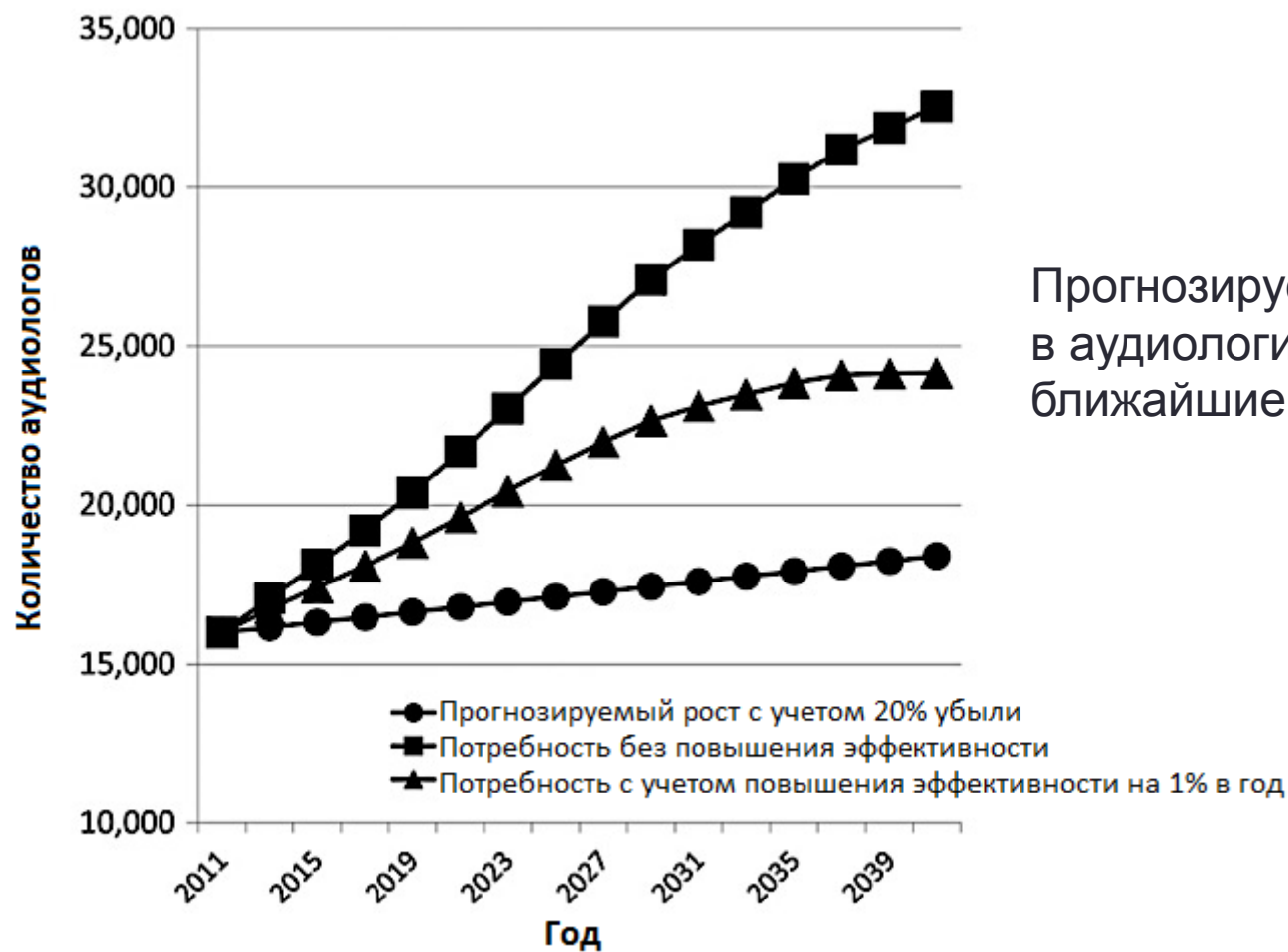
# Доступность отоларингологической помощи в странах, расположенных южнее Сахары

ЛОР-хирурги / 100'000



1 : 250'000 –  
7,1 млн.

# Доступность аудиологической помощи



Прогнозируемая потребность в аудиологических услугах в ближайшие 30 лет (США)

# Доступность аудиологической помощи

## Применение скрининга слуха новорожденных в мире

- По крайней мере, в **7** странах скрининг проводится более, чем у **90%** новорожденных
  - *Австрия, Нидерланды, Оман, Польша, Словакия, Великобритания, США*
- По крайней мере, в **9** странах скрининг проводится у **30-89%** новорожденных
  - *Австралия, Бельгия, Канада, Германия, Ирландия, Филиппины, Россия, Сингапур, Тайвань*
- По крайней мере, в **46** странах действуют пилотные или ограниченные программы скрининга

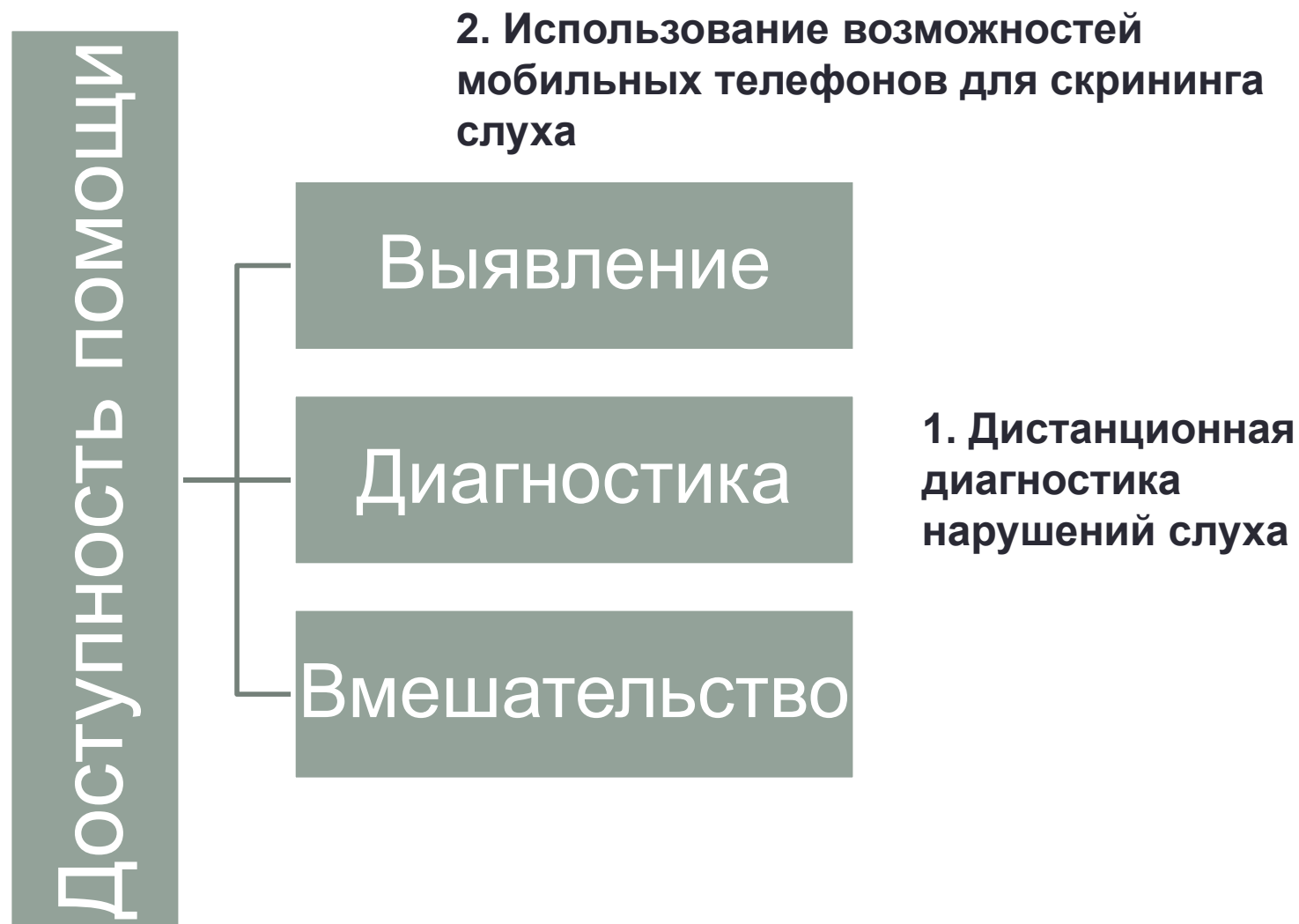
(White, 2010; Olusanya, Swanepoel с соавт., 2007)

# Доступность аудиологической помощи

- Хороший охват населения в некоторых **развитых странах**
- Во многих развивающихся странах начаты **пилотные программы**
- **НО:** В целом, **>90%** детей с врожденной тугоухостью не имеют **никакой перспективы** раннего выявления
- Выявление, преимущественно, пассивное:
  - *Осложнения среднего отита*
  - *Отставание речезыкового развития*
  - *Отклонения в поведении*
- Последствия тугоухости усугубляются за счет изоляции от общества, ограниченной социальной вовлеченности и снижения качества жизни

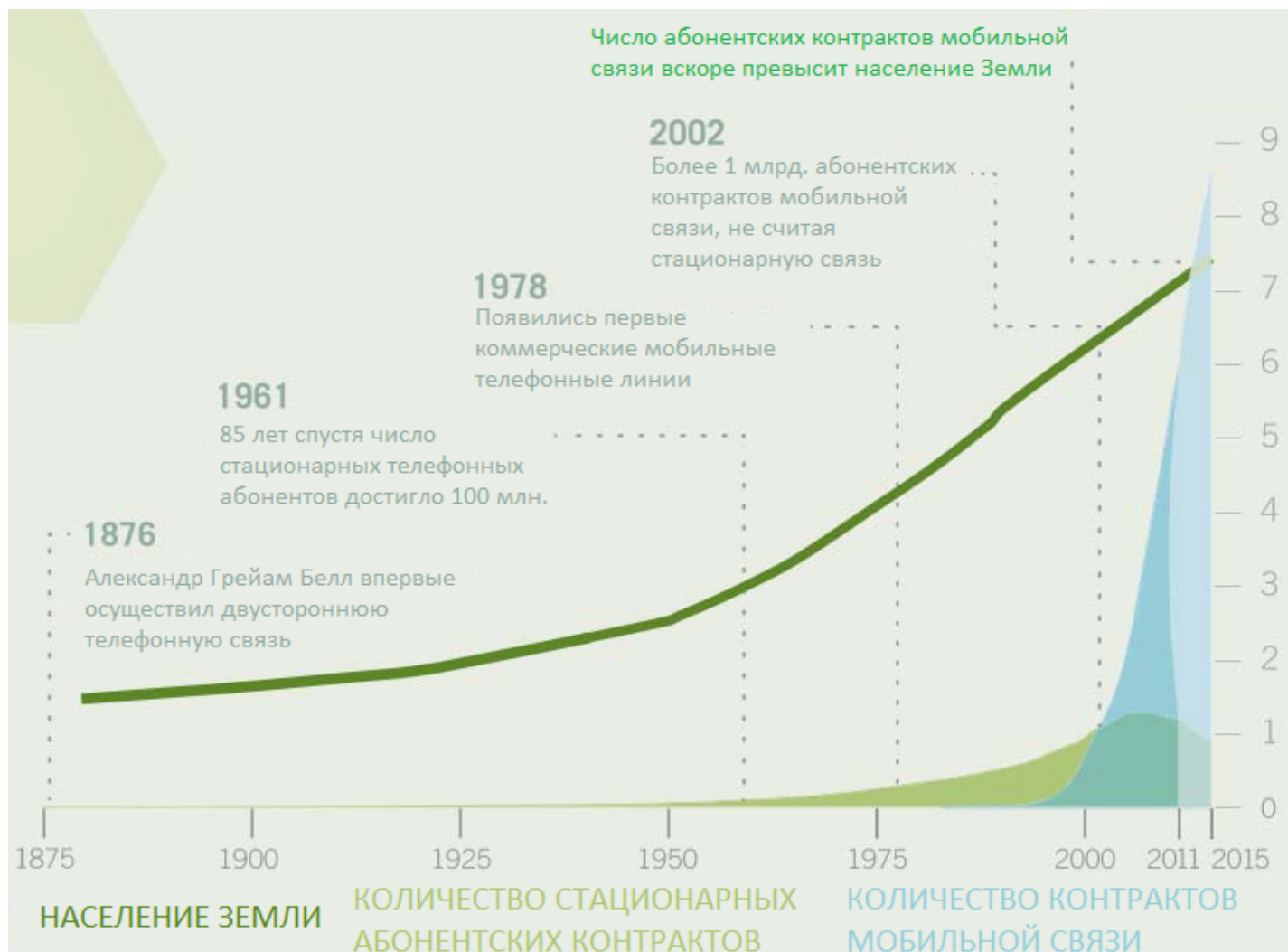


# Исследование новых решений



# Мобильная революция

## Устройства связи



World Bank, 2012

Темпы распространения мобильных телефонов не имеют аналогов в истории технологий



На сегодняшний день в мире насчитывается более **6 млрд.** абонентских контрактов мобильной связи

Мобильная связь доступна **75%** населения Земли

## Развивающиеся страны сейчас мобильнее, чем развитые страны

Большинство телефонов сейчас принадлежит людям, живущим в странах с низким уровнем доходов



0,7 млрд. контрактов  
РОСТ ЧИСЛА КОНТРАКТОВ НА МОБИЛЬНУЮ СВЯЗЬ  
5,9 млрд. контрактов

ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ  
АССОРТИМЕНТ МОБИЛЬНЫХ  
ПРИЛОЖЕНИЙ  
МНОГОКРАТНО УВЕЛИЧИЛСЯ

РОСТ НЕГОЛОСОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА В 2011

Текстовые сообщения Фото и видео Мобильный интернет

# Дистанционная диагностика заболеваний уха

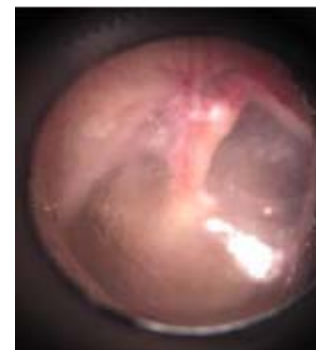
## Предпосылки

- Число больных **хроническим средним отитом (ХСО)** в мире достигает **65-330 млн.**
- **Распространенность ХСО** может достигать **46%**
- Наиболее высокая смертность от осложнений **ХСО** отмечается в **Индии** и **странах Африки**, расположенных к югу от Сахары
- **ХСО** – (1) **риск развития тугоухости** и (2) **угрожающие жизни осложнения** (например, менингит и абсцесс головного мозга)
- Своевременное медикаментозное лечение способно **предупредить** и **эффективно** устранить данное заболевание
- **Раннее выявление** и лечение на уровне первичных медико-санитарных учреждений способно **снизить длительность течения** заболевания и **смертность**

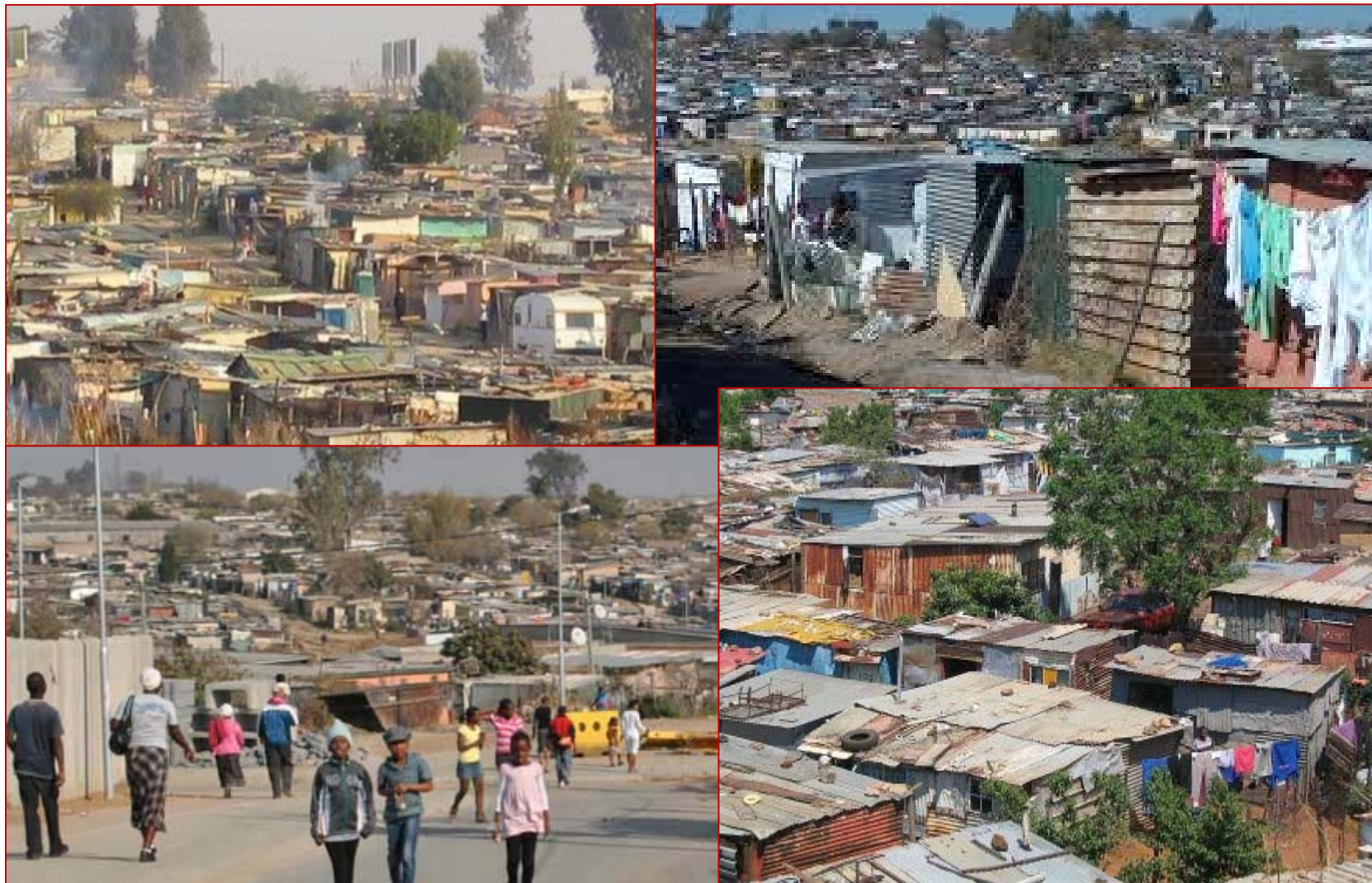
**НО – Недостаточная доступность** медицинской помощи **препятствует** своевременной диагностике и **надлежащему лечению**

# Дистанционная диагностика заболеваний уха

- **Задача:** Оценка **эффективности** и **точности** видеоотоскопии, выполненной обученным непрофессионалом, с целью дистанционной диагностики заболеваний уха у детей
- **Методика:** Сравнительное исследование
- **Участники:** **140** неотобранных детей (возраст **2–15** лет; ср. возраст  $6,4 \pm 3,5$  года; 44,3% девочки), обратившихся за первичной медицинской помощью
- **Контекст:**



# Дистанционная диагностика заболеваний уха



# Дистанционная диагностика заболеваний уха



# Дистанционная диагностика заболеваний уха

- Оборудование и методика:





# Дистанционная диагностика заболеваний уха

- Соответствие результатов отомикроскопии и дистанционной видеоотоскопии

	Диагностика на месте (n = 272 уха)	Дистанционная диагностика (n = 269 ушей)	
	Отолог (%)	Отолог (%)	
		Контроль 1	Контроль 2
Норма	75,8	58,4	62,1
Средний отит:	16,5	16,7	14,5
Острый	0,7	0,0	0,7
Хронический	4,8	6,7	6,3
Секреторный	11,0	10,0	7,5
Диагноз не установлен	7,7	24,9	23,4

Каппа K1 = 0,702

Каппа K2 = 0,740

**Существенное соответствие**

Чувст-сть / Спец-сть = 78% / 95%

Каппа расхождения диагнозов между отологами = 0,773

# Дистанционная диагностика заболеваний уха

## Выводы

- Непрофессионала, никогда не работавшего в сфере здравоохранения, **можно обучить выполнению видеоотоскопии** для дистанционной диагностики заболеваний уха
- Точность дистанционной диагностики соответствует ожидаемым расхождениям между отдельными специалистами-отологами
- В сочетании с **данными аудиометрии**, дистанционную видеоотоскопию можно использовать в качестве ценного **диагностического средства** в группах населения с недостаточным уровнем медицинского обслуживания
- Диагностическая ценность **видеозаписей** выше по сравнению со статичными изображениями
- Качество видеозаписей повышается по мере накопления опыта

# Мобильный скрининг слуха

## Скрининг в школе

- **Первая возможность** скрининга слуха в странах Африки, расположенных к югу от Сахары
- Скрининг тугоухости, **препятствующей обучению**
- Южная Африка – закон от 2012 г. требует проведение скрининга у **1,2 млн. детей**, ежегодно поступающих в школу

Integrated School  
Health Policy



Health  
Basic Education

# Проблемы скрининга



1. Стоимость;
2. Обучение;
3. Время;
4. Шум;
5. Электричество;
6. Получение данных;
7. Обработка данных

# Мобильный скрининг слуха

- **Цель:** Установить, можно ли использовать **смартфон** с операционной системой Android в качестве **калиброванного скринингового аудиометра с мониторингом шума** в реальном времени для скрининга слуха в условиях школы в **полуавтоматическом режиме**
- **Методика:** Исследование проводилось в 3 этапа
  1. **Точность калибровки** чистых тонов у разных смартфонов с использованием стандартных наушников
  2. **Точность калибровки микрофона** смартфона для мониторинга шума
  3. Сравнение **результатов скрининга**, выполненного с помощью смартфона, работающего в полуавтоматическом режиме, с результатами обычного скрининга

# Мобильный скрининг слуха

**Разработка приложения для операционной системы Android:**

- **Преобразование** смартфона в скрининговое устройство с помощью стандартных наушников
- **Возможность калибровки** тональных сигналов
- **Предварительно запрограммированные** протоколы скрининга и **автоматическая** последовательность тестов
- **Функция калибровки микрофона** для мониторинга уровня окружающего шума
- **Интегрированная функция накопления и совместного использования данных**



# Мобильный скрининг слуха



# 1-й этап: тональная калибровка



- **Оценка калибровки** четырех **смартфонов** Samsung S5301 (Android v4.0.4)
- Коммерческие наушники **Sennheiser** (HD202)
- Стандартное устройство сопряжения "искусственное ухо" (B&K Type 4152)
- Интегрированный шумомер и 1/3-октавный частотный анализатор Rion NA-28

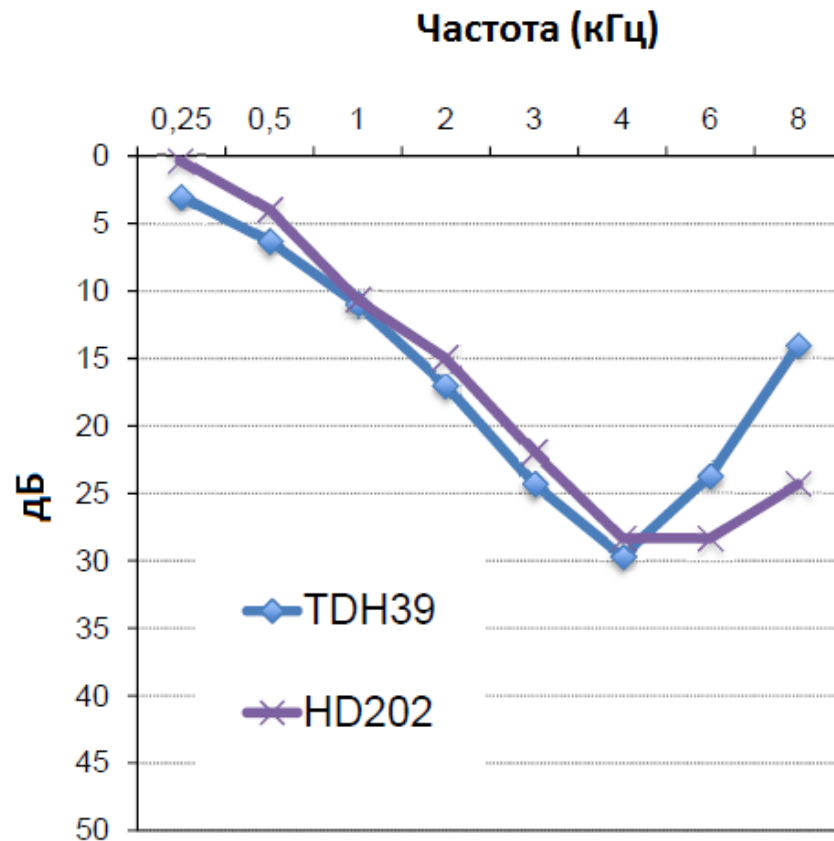
# 1-й этап: тональная калибровка

Калибровочные поправки (относительно стандарта ANSI 3.6) для 4 телефонов и наушников

	Калибровочные уровни								
	20 дБ ПС			30 дБ ПС			40 дБ ПС		
	1 кГц	2 кГц	4 кГц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	1 кГц	2 кГц	4 кГц
Средняя поправка	0,9	0,5	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4	-0,5	-0,6	-0,1
SD	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Макс. отличие (абс.)	1,0	0,8	0,8	1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,4

Ошибка калибровки  $\leq 1$  дБ

## 2-й этап: мониторинг уровня шума



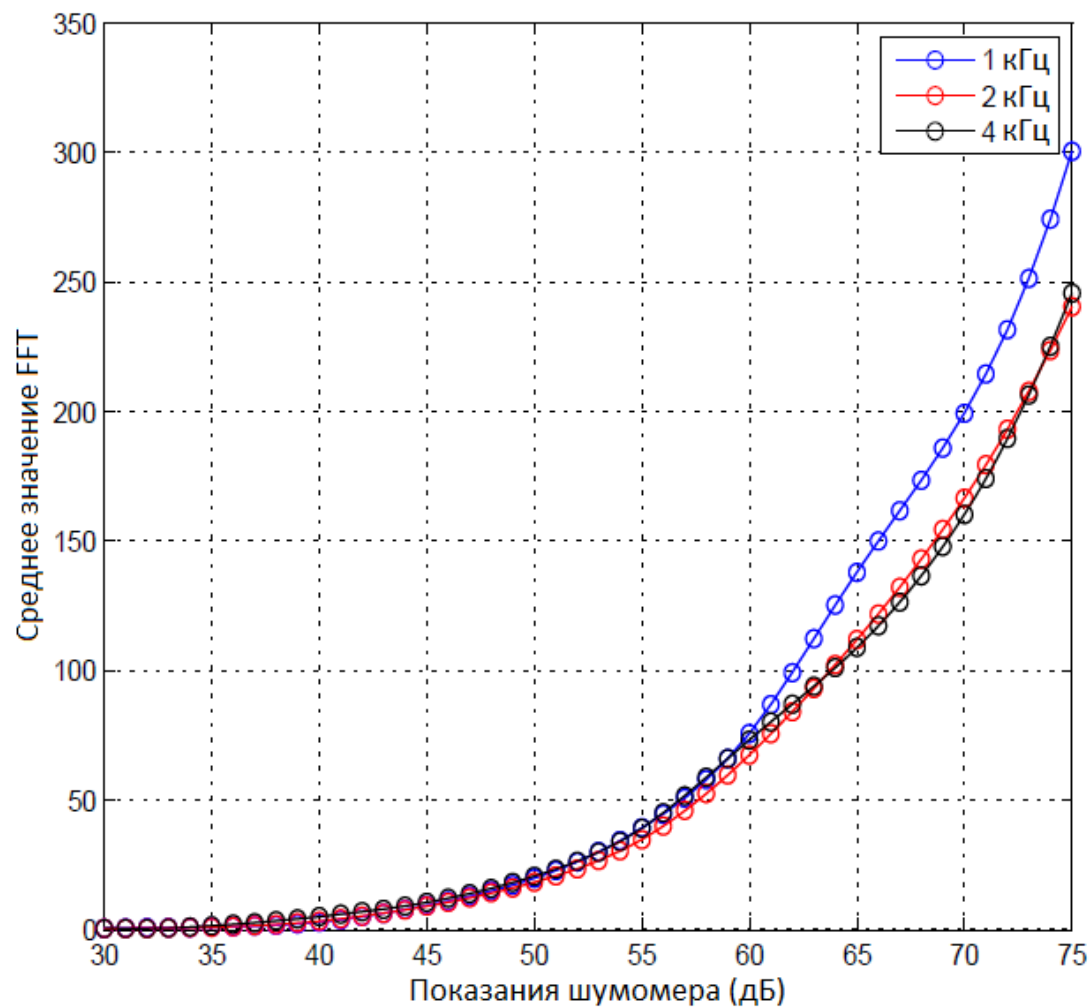
- **Этап 2а:**  
**Аттенюирующий эффект наушников для оценки уровней шума**
- **15** нормально слышащих людей
- Пороги в свободном поле с надетыми выключенными наушниками и без них

## 2-й этап: мониторинг уровня шума



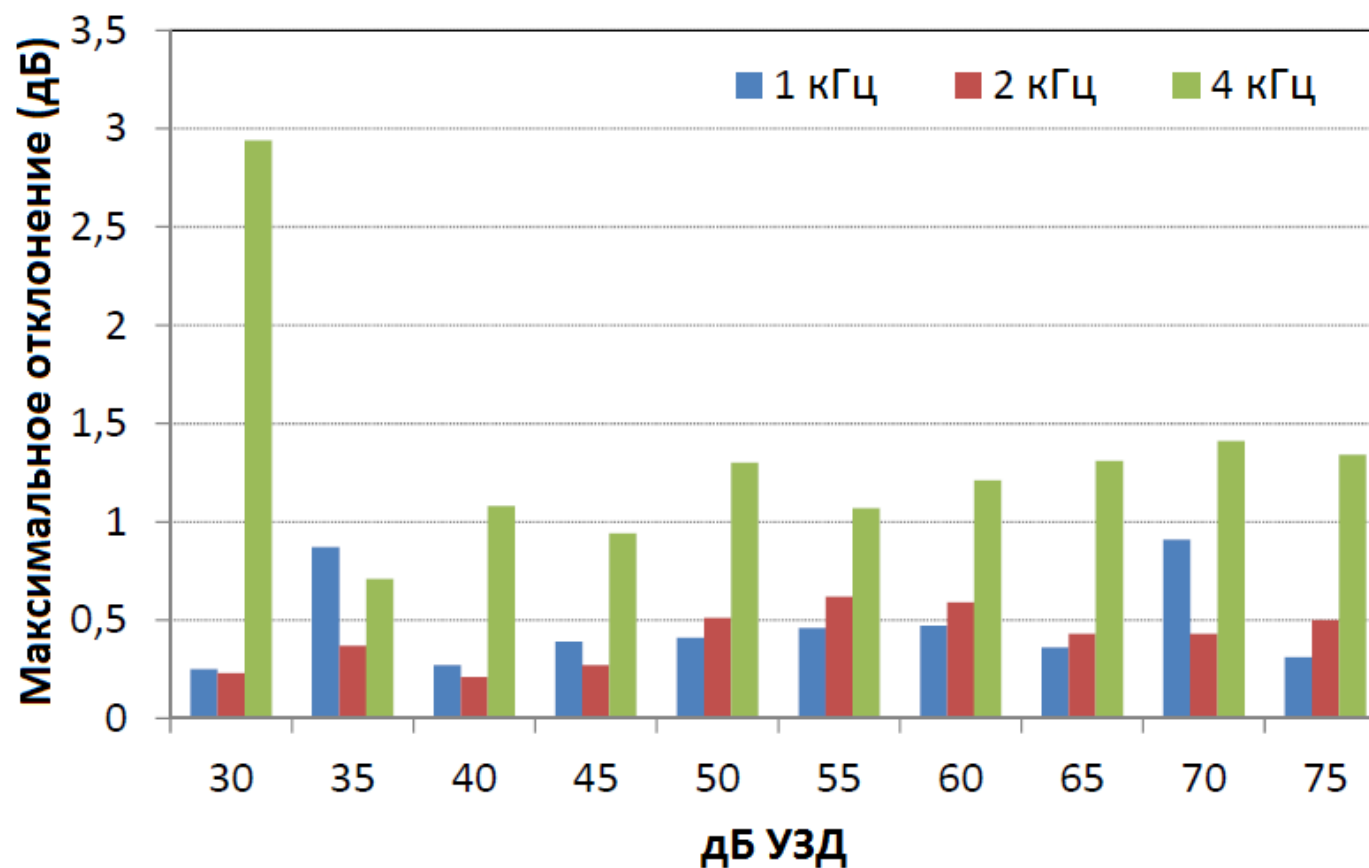
- **Этап 2b: 5 микрофонов** для определения **референтных уровней**, соответствующих шумомеру типа 1
- **Интенсивность узкополосного шума**, подаваемого на уровне **30-70 дБ УЗД** с шагом в 5 дБ (азимут **0°**, расстояние до динамика 1 м, высота над полом 87,5 см).
- Регистрировали соответствующую **амплитуду**, измеренную **смартфоном**.
- Составлена **средняя карта калибровки** и изучена **вариабельность** между микрофонами.

## 2-й этап: мониторинг уровня шума

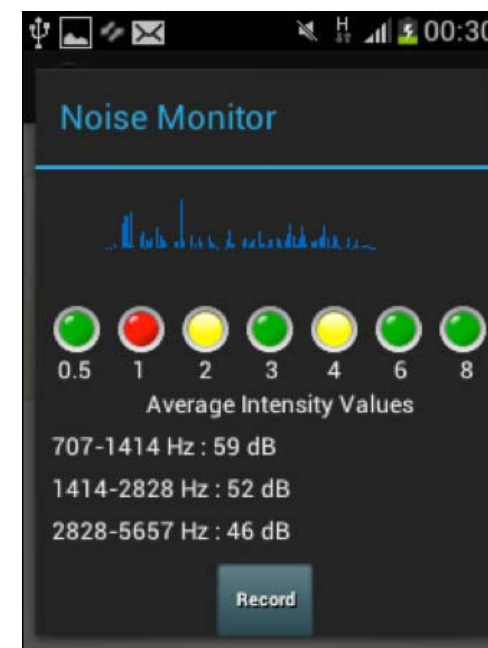
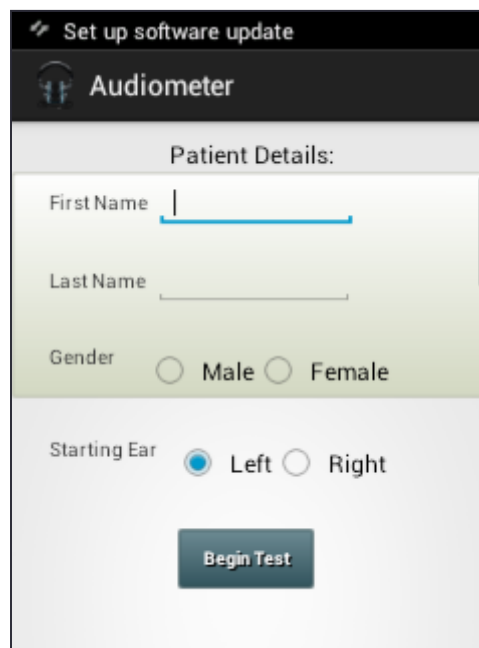
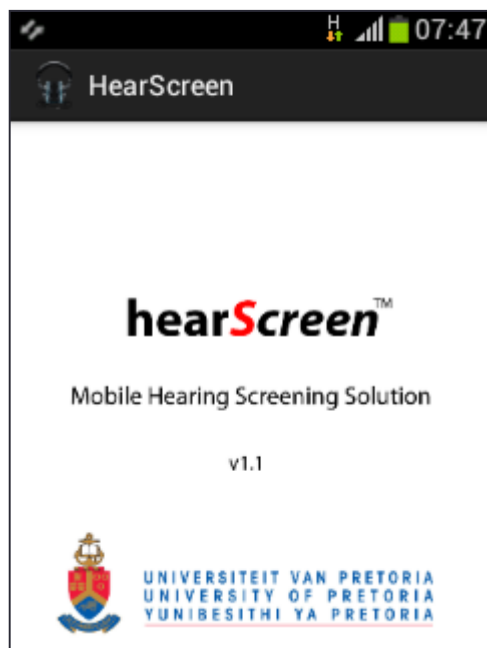


## 2-й этап: мониторинг уровня шума

Максимальное отклонение от референтной интенсивности звука показаний микрофонов пяти смартфонов

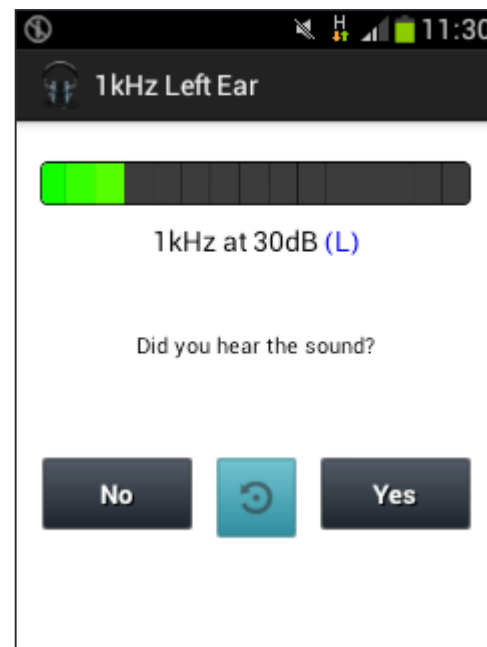
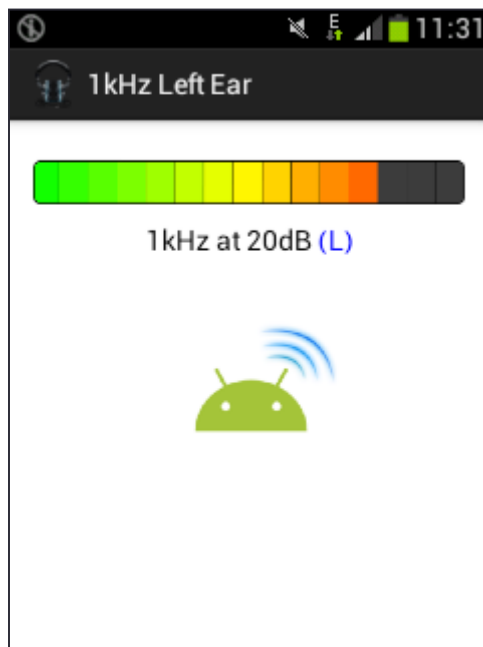
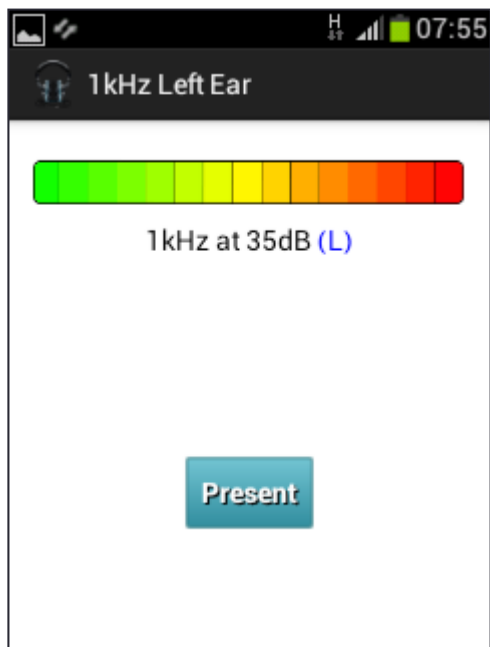


# Функции устройства



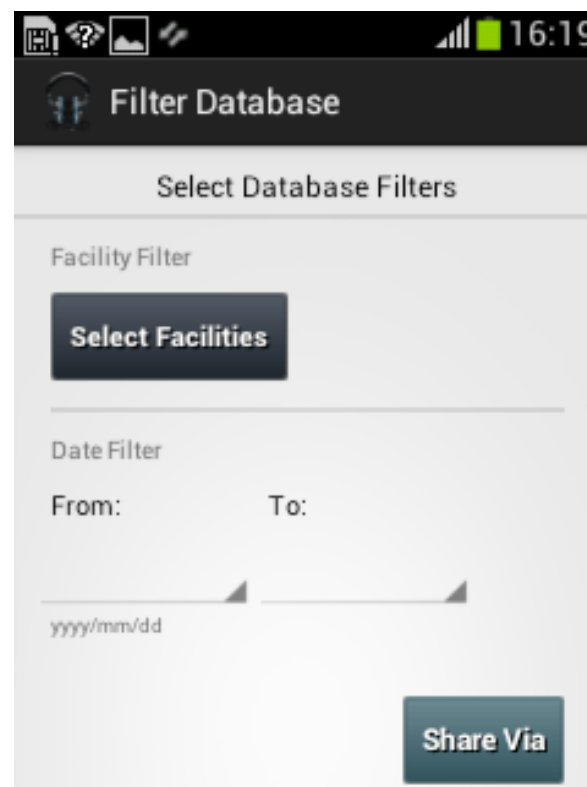
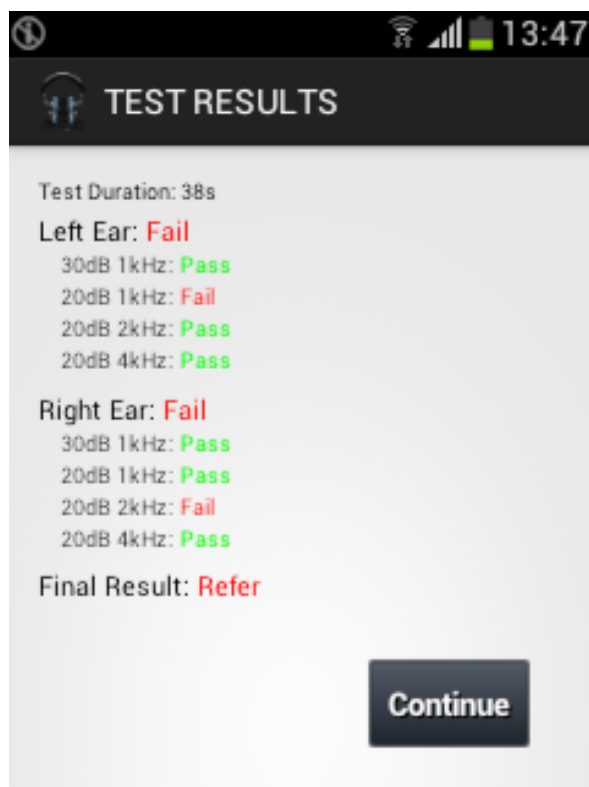
*Патент Университета Претории*

# Функции устройства



*Патент Университета Претории*

# Функции устройства



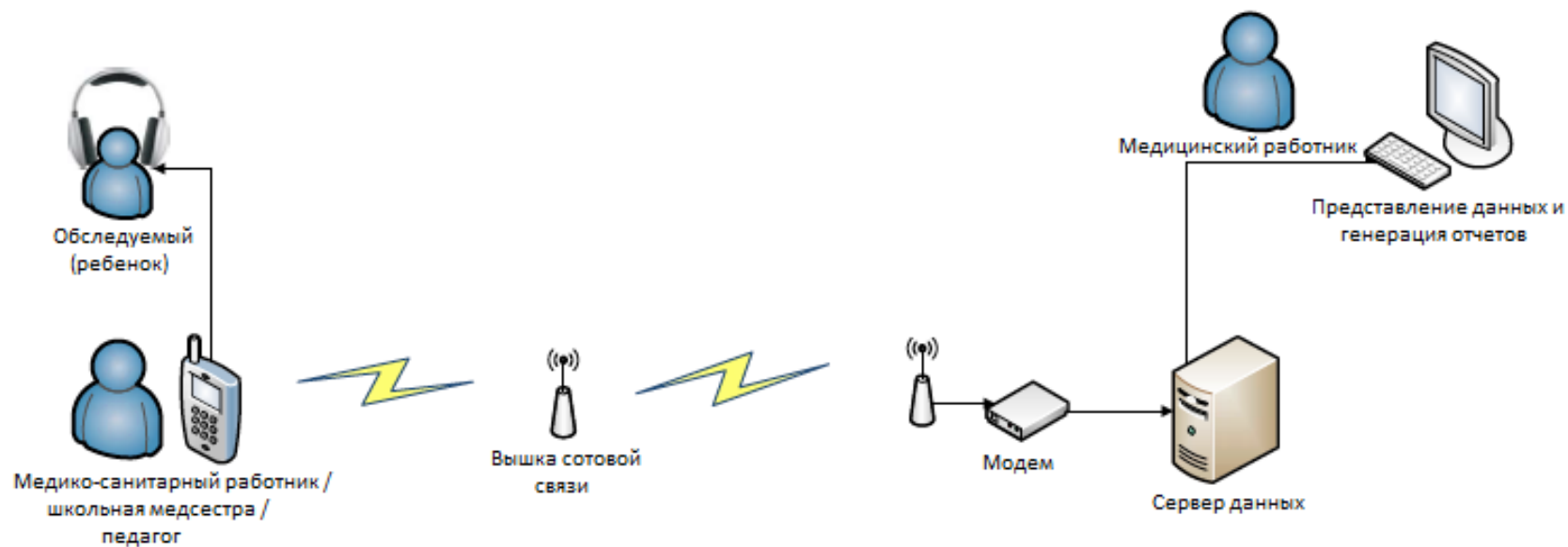
*Патент Университета Претории*

## 3-й этап: клинические испытания



- **Скрининговая аудиометрия – 1, 2 и 4 кГц на уровне 25 дБ**
- **Стандартный скрининг и скрининг с помощью смартфона**
- **В один день, в сбалансированной последовательности**
- **136 детей (возраст 5-9 лет; ср. возраст  $6,7 \pm 0,7$  года)**

# 3-й этап: клинические испытания



## 3-й этап: клинические испытания

		Стандартный скрининг		
		Прошел	Не прошел	Всего
"Мобильный" скрининг	Прошел	92,6% (252)	3,7% (10)	96,3% (262)
	Не прошел	2,6% (7)	1,1% (3)	3,7% (10)
	Всего	95,2% (259)	4,8% (13)	

		Стандартный скрининг		
		Прошел	Не прошел	Всего
"Мобильный" скрининг	Прошел	93,4% (121)	4,4% (6)	97,8% (127)
	Не прошел	4,4% (6)	2,2% (3)	6,6% (9)
	Всего	97,8% (127)	6,6% (9)	

Скрининг с использованием смартфона: **26,3 с** (SD = 6,4 с; диапазон = 19-49 с)

## 3-й этап: клинические испытания



### Клинические испытания 2014 года

- **В школах**
  - Скрининг 2-3 тыс. детей по обычной методике и с использованием смартфона
  - Диагностическое наблюдение для определения чувствительности и специфичности метода
- **Общественный проект с участием медработников**
  - Затраты до 500 CHW



# Заключение

- Быстро меняющийся мир
- Широкая распространенность **тугоухости** в сочетании с **недостаточными** для борьбы с ней человеческими ресурсами
- Непрерывное **развитие коммуникационных технологий** изменит способ предоставления услуг. В частности:
  - *Дистанционная диагностика заболеваний уха*
  - *Экономичный и надежный скрининг слуха*
- Надежда на **более эффективное** (с точки зрения времени и стоимости) **обслуживание** пациентов, особенно проживающих в областях с **недостаточным уровнем обслуживания**

*Потому что “дети [с нарушениями слуха] имеют равные со всеми права на полноценное и блестящее будущее”*

