



SIA "R & D AKUSTIKA"

LATVIJAS REPUBLIKA, LV - 1067, RĪGA, KURZEMES PROSPEKTS 3, Registr. Nr.: LV 010310045
Fax: +371 7815008, ☎ 371 7815007 mob. ☎ +371 9 217605, E-mail: rd.akustika@apollo.lv

ЗАКАЗЧИК: С. Батов



"УТВЕРЖДАЮ"

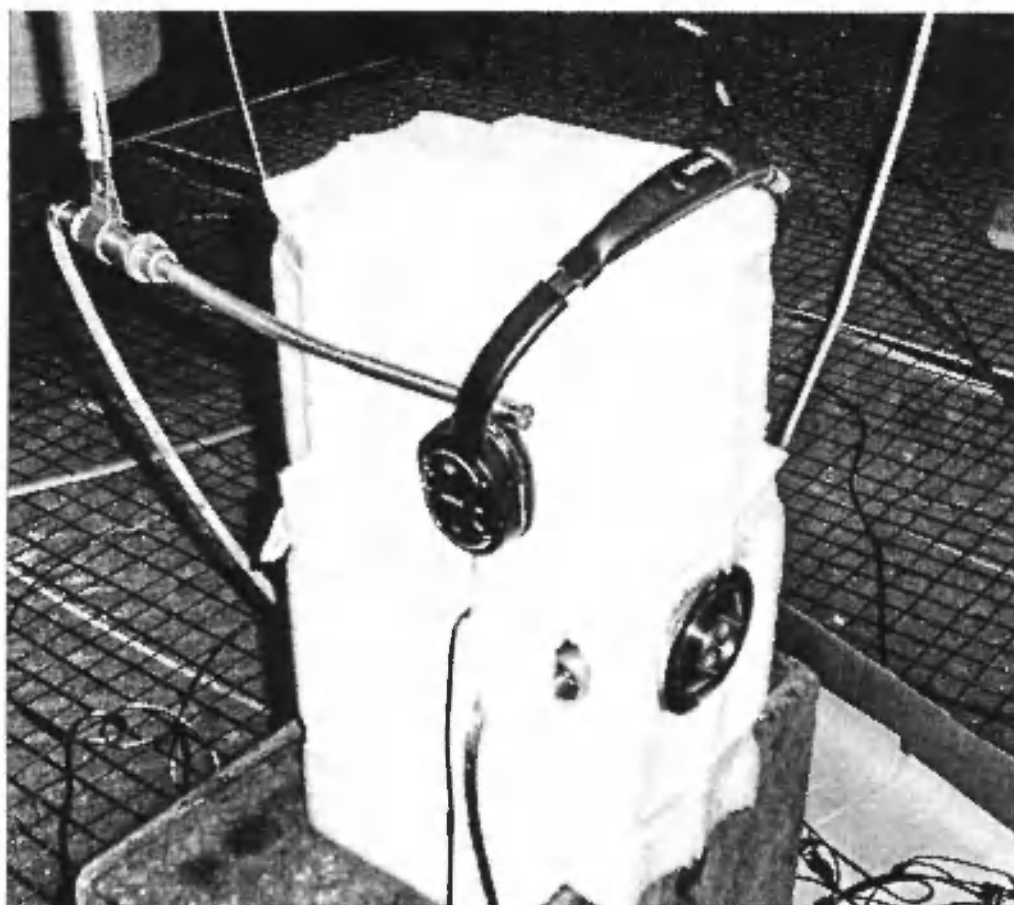
Директор ООО "R & D Akustika"

 Ю. САПРОВСКИС /

09-го июня 2010 года

Обзор электроакустических лабораторных измерений

№ 504 / 2010 – AL 8.4



РИГА – 2010

ПРИМЕНЕННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА:

№ п/п.	Название аппаратуры	Тип / заводск. №	Фирма изг. или рас-простран.	Класс точности	Дата предид. калибр.	Организация калибровки / № сертификата / Информ. о прослеживании	Дата следующ. калибр.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Калибратор уровня звука	4231 / 2528312	B&K	1&LS	9 июль 2009 г.	B&K Калибр.лаб./C0905837 / ATC; B&K; NIST; NPL; PTB	9 июль 2011 г.
2.	Барометр	MKD / 02094	Fischer	-	9 фев. 2010 г.	LVQMC / S-011\1002 / METEO FRANCE	9 фев. 2013 г.
3.	Гигрометр	- / 02174	Kliiva	-	9 фев. 2010 г.	LVQMC / H-087\1002 / NPL	9 фев. 2013 г.
4.	Термометр	TC -7- M1 / 03445	Kliiva	-	19 фев. 2008 г.	LVQMA / T-110\0802 / NPL	19 фев. 2012 г.
5.	Линейка измерительная	- / 3143 \ AL004M	Kalibrs	-	8 март 2006 г.	LNMC / G0396K06 / MIKES	8 март 2012 г.
6.	Ручной анализатор	2250 / 2473285	B&K	1	22 ноя. 2006 г.	B&K Калиб.лаб./CTF060645 / DFM; PTB; NPL; ATC; NIST; DPLA	22 ноя. 2010 г.
7.	Микрофон	4189 / 2469910	B&K	0	22 ноя. 2006 г.	B&K Калиб.лаб./CTF060645 / DFM; PTB; NPL; ATC; NIST; DPLA	22 ноя. 2010 г.
8.	Акустическая измерительная система	Clio 8 / -	Audiomatic a	-	-	-	-
9.	Усилитель мощности	2716C / 2533865	B&K	-	-	-	-
10.	Всенаправленная акустическая система	UD-12/1 / -	R&D Akustika	-	-	-	-
11.	Программное обеспеч. акустики помещений	7841-Dirac / 2539703	B&K	1	-	-	-
12.	Звуковая карта (A/D преобразов.)	ZE0770A-001/33419	B&K	1	-	-	-
13.	Компьютер	Latitude D620 / 1151856	Dell	-	-	-	-
14.	Программное обеспеч. для обраб. результатов	7830 Qualifier/ 2536421	B&K	-	-	-	-

Сокращения в тексте :

ATC - "Agilent Technologies", (США) ;

B&K - "Bruel & Kjaer", (Дания) ;

DFM - Danish Fundamental Metrology ;

DPLA - Danish Primary Laboratory of Acoustics ;

LNMC - Latvian National Metrology Centre, (Латвия) ;

LVQMA - „Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra" (Агентура Среды, геологии и метеорологии Латвии);

MIKES - Centre for Metrology and Accreditation, (Финляндия) ;

NIST - National Institute of Standards and Technology, (США) ;

NPL - National Physical Laboratory, (Великобритания);

PTB - Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, (Германия).

**МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ:**

Краткое содержание метода изложено ниже.

Измерения проводились с целью определения эффективности шумоподавляющей системы головных телефонов "NOKIA BH-905" (далее в тексте «образец»). Качество шумоподавления определилось по мере увеличения сигнала помехи. На додекаэдровую всенаправленную акустическую систему; - UD-12/1 подавался сигнал «белого» шума, создающий уровень звукового давления $L_{Amax} = 77, 82, 87$ и 90 дБ в месте проведения акустических измерений образца – на расстоянии 4м от UD-12/1. Уровень сигнала помехи устанавливался и контролировался в усилительном тракте независимом от трактов электроакустических измерений образца. Образец размещался на установке имитирующей работу головных телефонов в реальных условиях. Эту установку в дальнейшем условно обозначим выражением «голова», так как она в действительности наминает контуры головы человека. Внешние поверхности «головы» выполнены из пенополиэтилена (см. рис. на титульном листе) и внутри имеется металлический штатив, на котором крепится прибор – «Искусственный голос» типа –4215 фирмы «Брюль и Кьер» (см. рис.1). Выход звукового отверстия «Искусственного голоса» размещен на реальном расстоянии от образца телефона, который также размещается на «голове». Это важно, так как в телефонах размещена сеть микрофонов обеспечивающая передачу голоса пользователя телефонов в двухсторонней телефонной связи. «Искусственный голос» является источником полезного сигнала в частотном диапазоне голоса человека.

В ниже приведенных электроакустических измерениях фиксировалась сумма полезного сигнала и результата влияния шумового сигнала помехи в воздушной среде от выхода «Искусственного голоса» до сети микрофонов в образце телефона. Результат акустического суммирования сигналов измерялся непосредственно в микрофонном выходе образца головных телефонов, параллельно подключаясь во время сеанса телефонной связи с другим абонентом. Во время этого сеанса связи образец телефонов к своему мобильному телефону подключался через соответствующий кабель. К этому кабелю и было осуществлено выше упомянутое параллельное электрическое подключение.

Соотношение сигналов «белого» шума помехи от акустической системы UD-12/1 и полезного сигнала «Искусственного голоса» имитирующий спектр голоса человека точно выставляется и контролируется и они не должны быть подвергнуты воздействию других побочных шумов, поэтому весь вышеуказанный испытательный комплекс, а также



далее приведенный независимый, микрофонный тракт для контрольных измерений размещается в акустической звукозаглушенной камере (АЗК).

«Голова» с «искусственным голосом» и образцом размещались на деревянной подставке иммитирующей «торс» до пояса и подставка размещалась на поворотном столе. Поворотный стол обеспечивал измерения характеристик шумоподавления под углами 0, 90 и 180 градусов горизонтального угла между образцом головных телефонов на «голове» с «искусственным голосом» относительно источника звука помехи.

У образца есть переключатель, который, как указано в руководстве по эксплуатации, активизирует режим шумоподавления, поэтому была поставлена задача – провести измерения в обоих положениях данного переключателя. Для того, чтобы имелась возможность определения эффективности работы шумоподавления, необходимы также результаты измерения через классический линейный микрофонный тракт без шумоподавления. Такой тракт был применен и измерения проводились со свободно перемещаемым микрофоном приближая в пространстве АЗК чувствительную часть микрофона (1/2 дюйма мембрану) по возможности ближе и рядом с передней частью микрофонной сети образца головных телефонов.

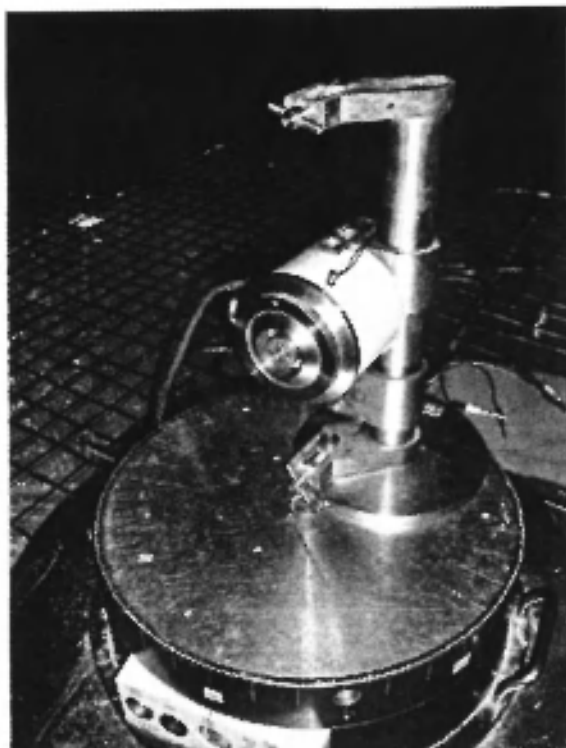


Рис. 1

Основываясь на вышеизложенном, были проведены следующие работы:

- 1) Проводились измерения в трех положениях поворота «головы» относительно источника сигнала помехи - 0, 90, 180 градусов;
- 2) При каждом угле поворота производились измерения образца без шумоподавления, с включенным шумоподавлением и через независимый тракт;
- 3) В каждой из вышеупомянутых ситуаций, измерения проводились для четырех уровней акустического сигнала помехи – «белого шума», которые имели максимальные А- взвешенные уровни звукового давления; - $L_{Amax} = 77, 82, 87$ и 90 дБ;



- 4) Через «искусственный голос» соответственно подавались два типа измерительного сигнала:
- Синусоидальный сигнал со скользящей частотой от **40** до **12500** Гц создавал уровень звукового давления у образца телефонов в среднем **87** дБ и как видно максимальные значения сигнала помехи были выше (**90** дБ);
 - Специальный пакет повторяющегося сигнала качающейся частоты, который путем преобразований Фурье, дает возможность рассчитать так называемый «импульсный отклик» испытуемых трактов. Математически анализируя «импульсный отклик» возможно получить полный набор качественных показателей разборчивости человеческой речи в измеряемом тракте (также и в условиях воздействия сигнала помехи) согласно стандарта IEC 60268-16 : "Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index"
STI (Speech Transmission Index),
RASTI (Rapid STI),
STITEL (STI for Telecommunication System).
 Эти измерения и расчеты обеспечивались специальной лицензированной программатурой «7841–Dirac» фирмы «Брюль и Кьер» .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ:

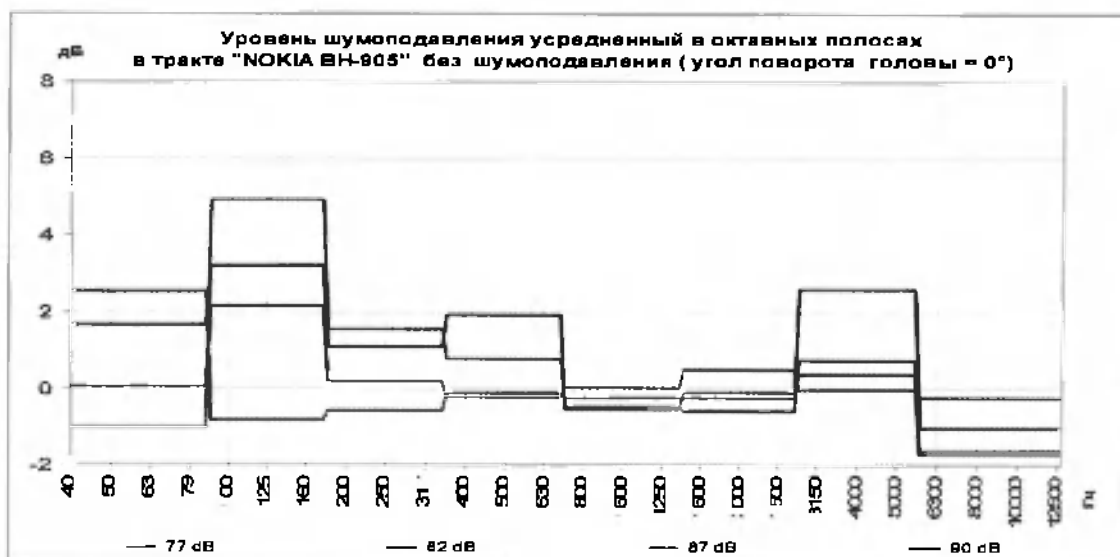
Далее показаны результаты измерений со скользящей частотой при повороте «головы» 0°. Для всех трактов рассчитывалась разница сигналов с и без помехи – когда звучит только «искусственный голос». Такие разницы сигналов названы «**Превышением...**» и приведены после каждого набора «**Суммарных...**» частотных характеристик:







Эти измерения проводились при всех трех углах поворота «головы» и после этого рассчитывалась разница независимого тракта и трактов образца с шумоподавлением и без шумоподавления, которые усреднены в октавных полосах:





После этой обработки результатов измерений при всех трех поворотах «головы», были выделены характерные частотные полосы в которых шумоподавление образца действует выражено – это октавные полосы со средним значением 125 Гц и 4000 Гц и получены следующие зависимости уровня шумоподавления от угла поворота «головы»:

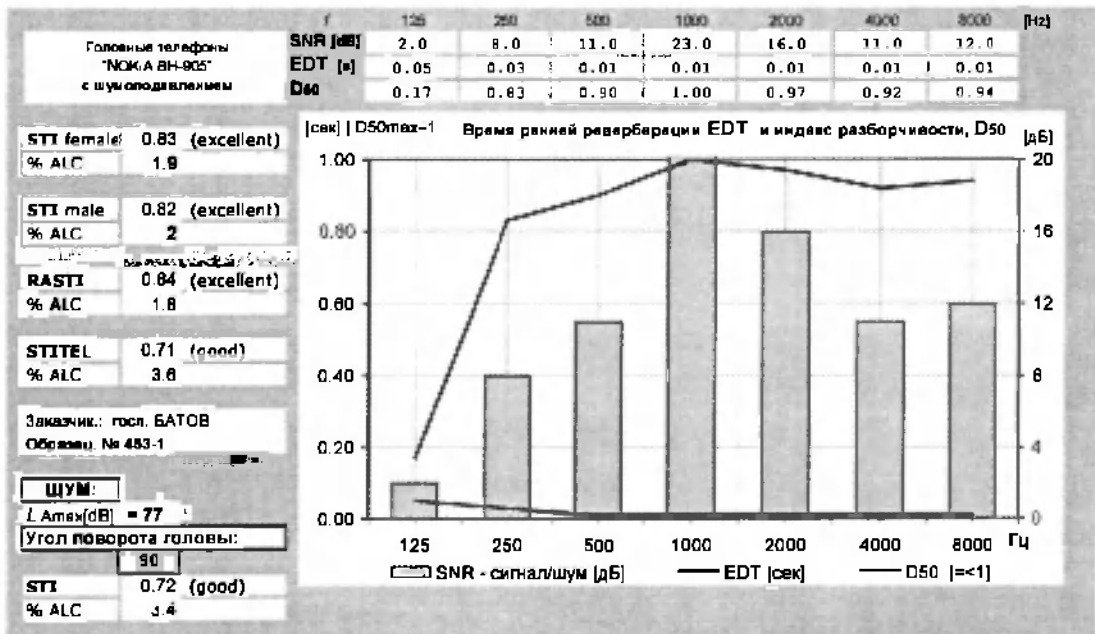
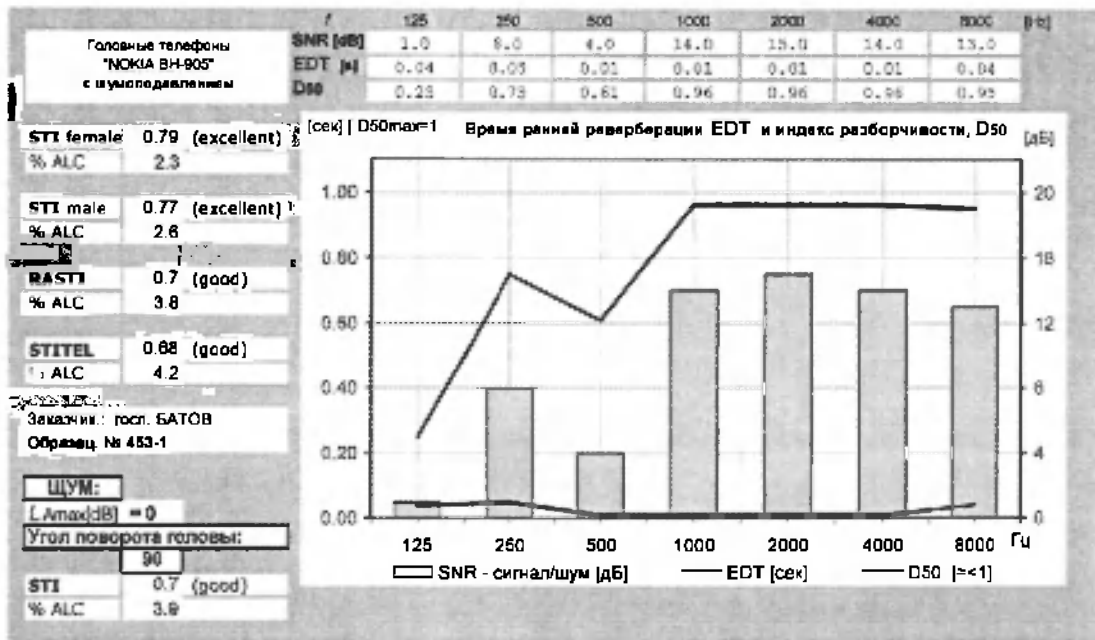




По результатам вышеуказанных измерений можно заключать следующее:

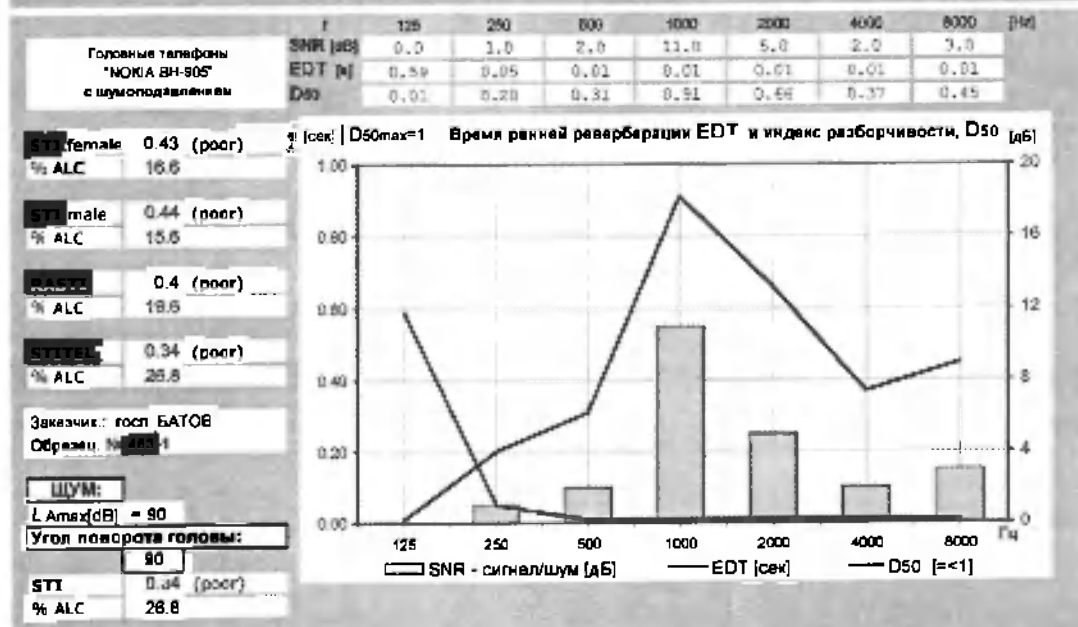
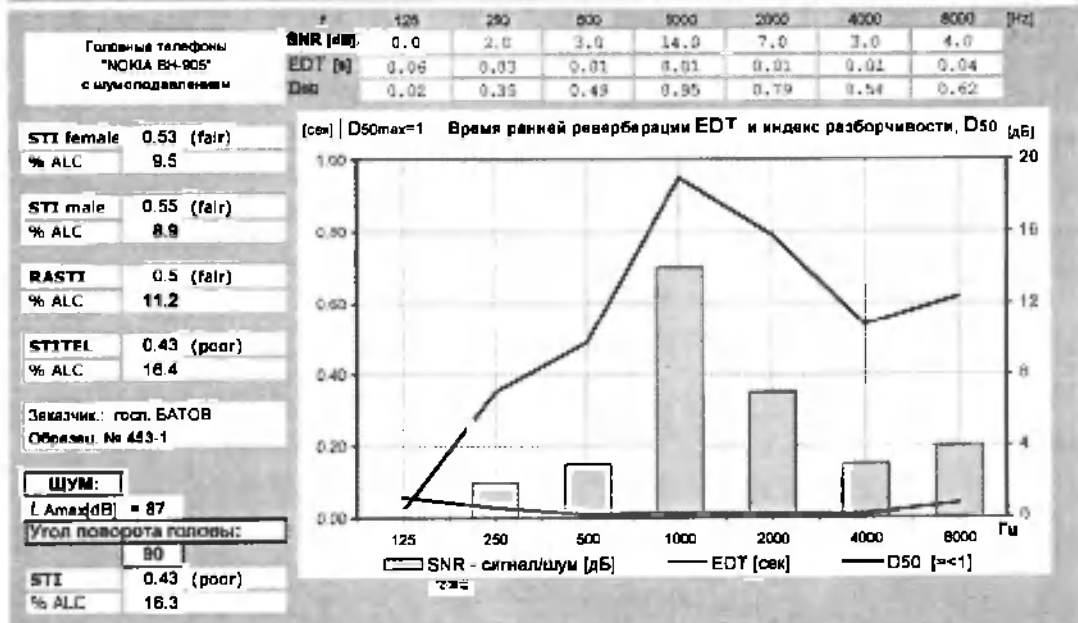
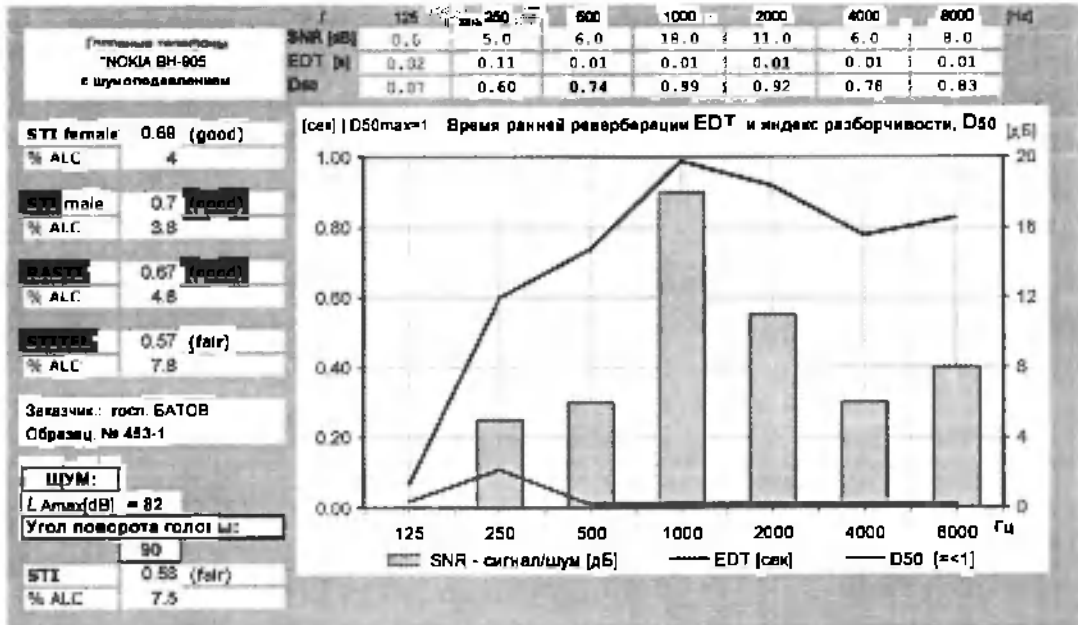
- a. Уровень шумоподавления в образце достигается в основном за счет конструктивных особенностей микрофонной сетки и в меньшей степени от дополнительного включения электронного шумоподавления.
- b. Включение шумоподавления эффективнее при 90 градусном повороте «головы» и при максимальном значении сигнала помехи.
- c. Шумоподавление также зависит от частоты: - на поворотах «головы» 0 и 180 градусов лучше выделяется из шума полоса 125 Гц, а при повороте 90 градусов в свою очередь лучше выделяется полоса 4000 Гц.

Ниже показаны результаты исследования образца применяя пакеты сигнала качающейся частоты и расчеты показателей разборчивости речи. Так как наиболее интересным оказался поворот «головы» на 90 градусов, то полностью даны результаты измерений и расчетов при этом угле поворота и с шумоподавлением:



Обзор тестирования

№ 504/2010-AL8.4

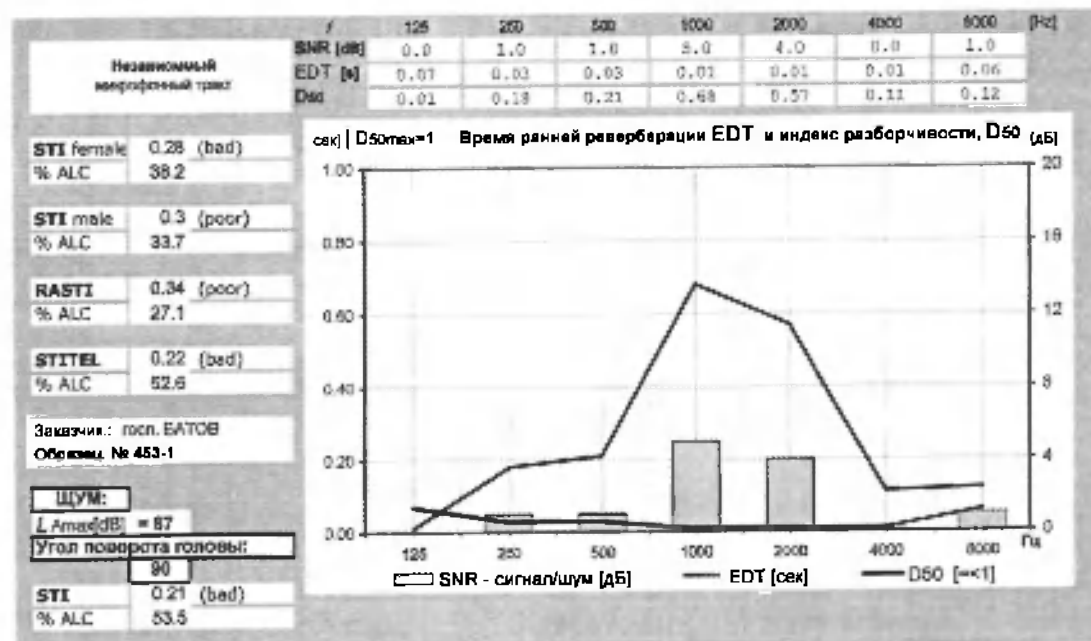
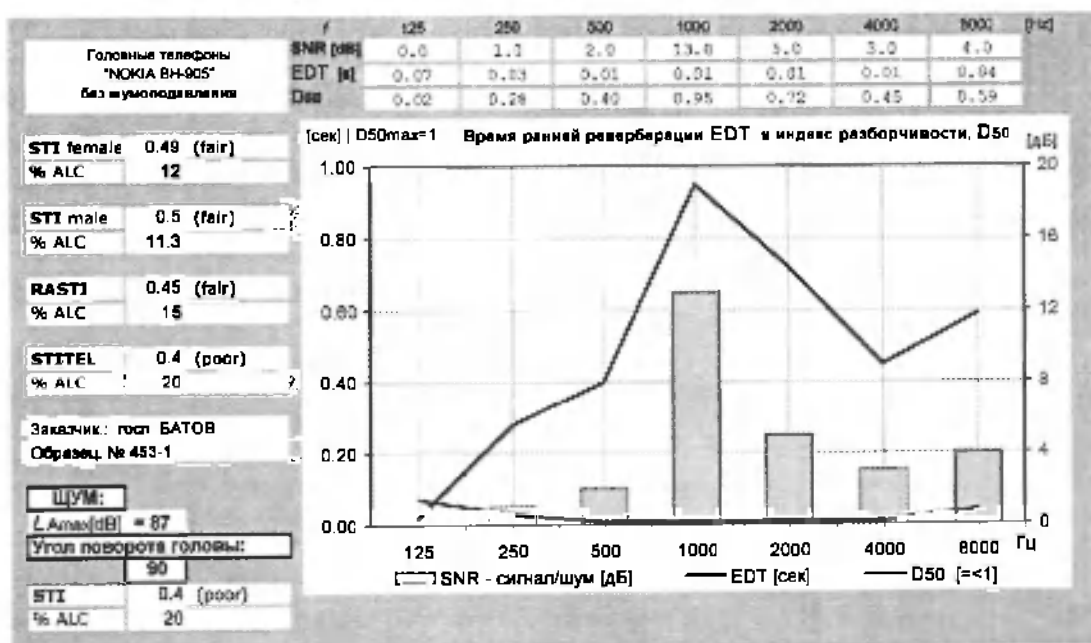




Видно, что увеличение уровня помех, качественную оценку разборчивости речи по всем категориям с оценками «**excellent**» и «**good**» постепенно ухудшает до оценки «**bad**». Качественные изменения формулировок оценки происходит в следующих пределах коэффициента разборчивости речи:

$$\begin{aligned} \text{« bad »} &< 0.3 \\ 0.3 &< \text{« poor »} < 0.45 \\ 0.45 &< \text{« fair »} < 0.6 \\ 0.6 &< \text{« good »} < 0.75 \\ 0.75 &< \text{« excellent »} \end{aligned}$$

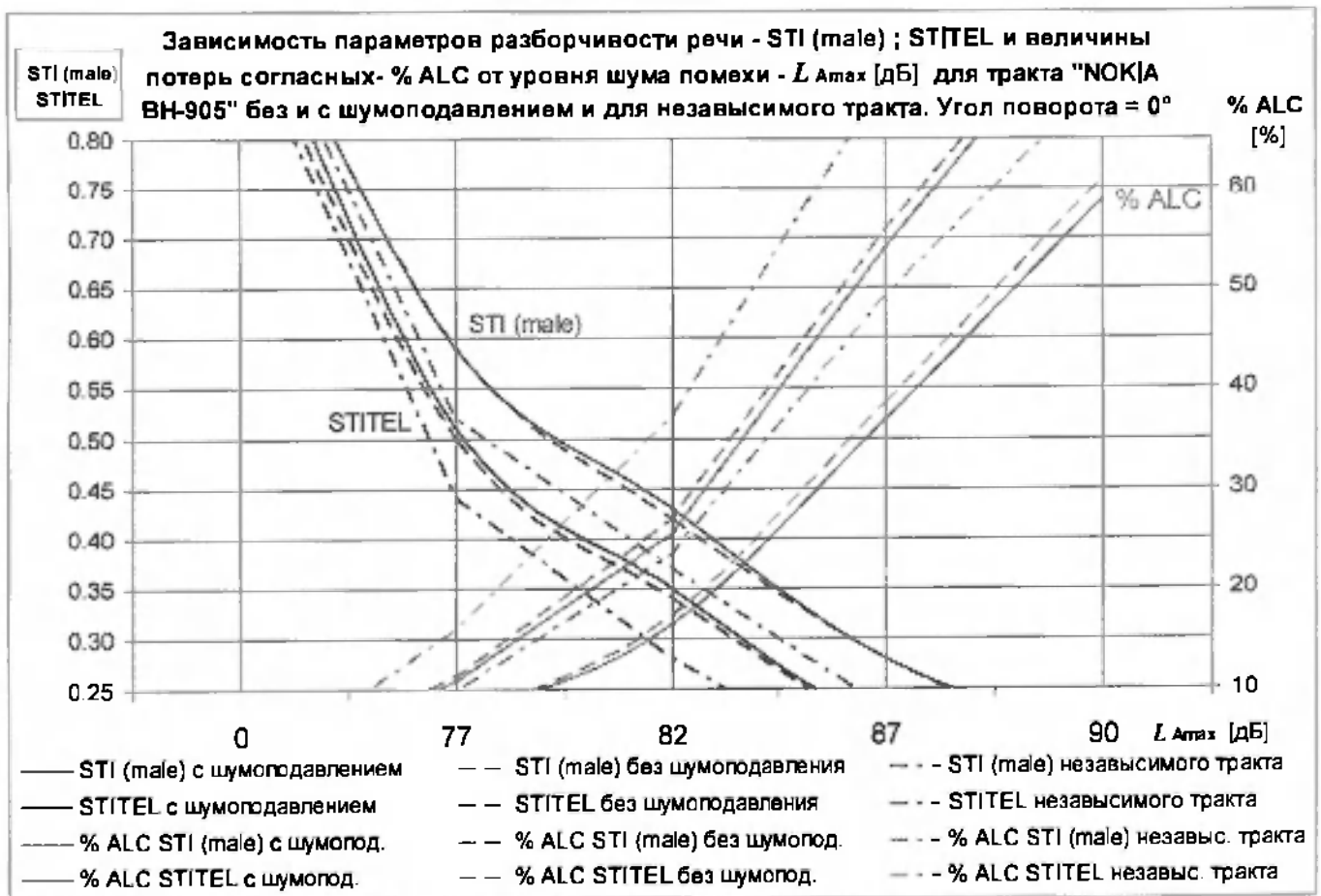
Для сравнения ниже показаны качественные оценки тракта образца без шумоподавления, а также независимого тракта при том же повороте «головы» на 90 градусов и при уровне сигнала помехи 87 дБ. При этом уровне помехи и с шумоподавлением качество разборчивости образца оценивалось - «**fair**» и «**poor**».

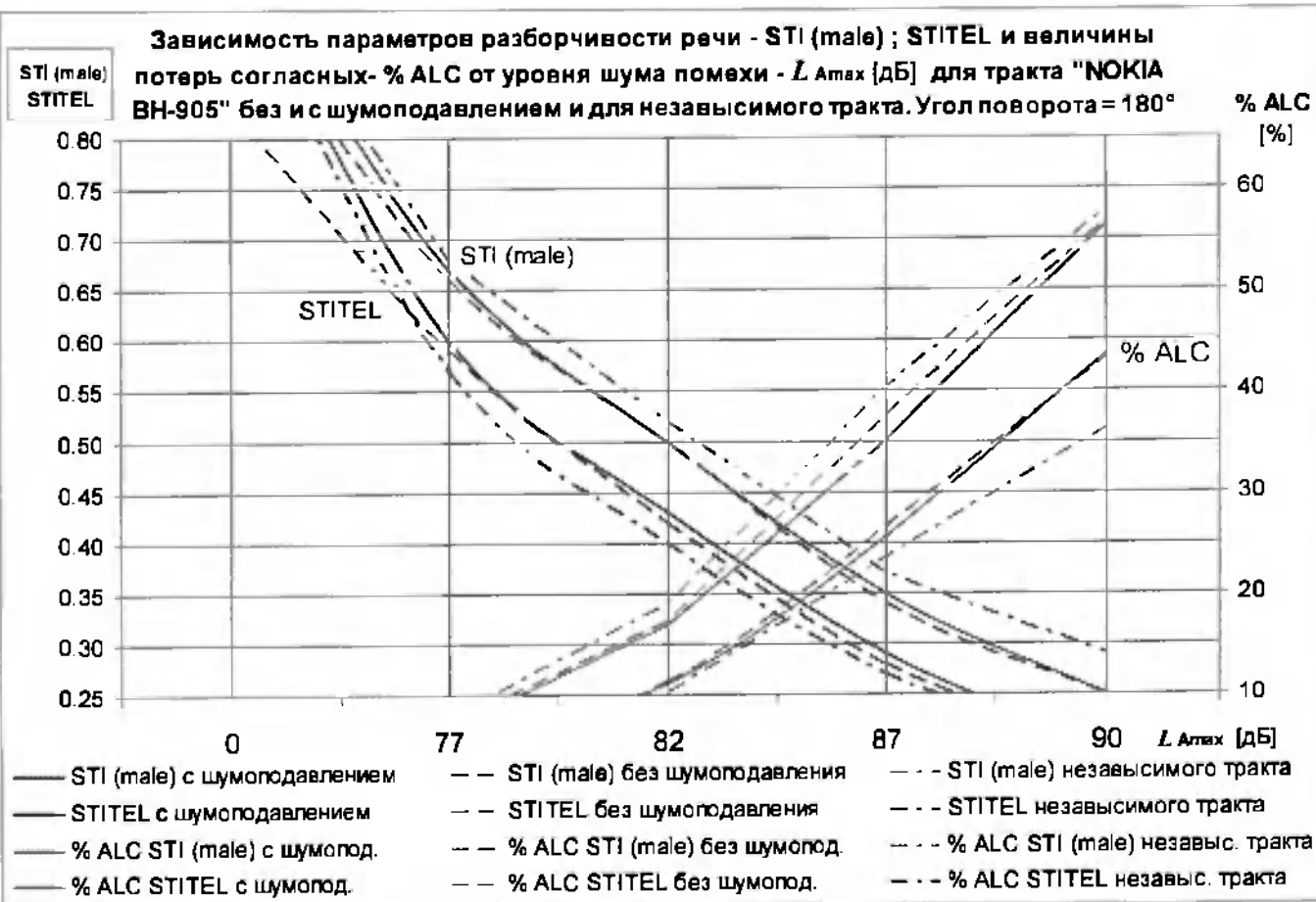
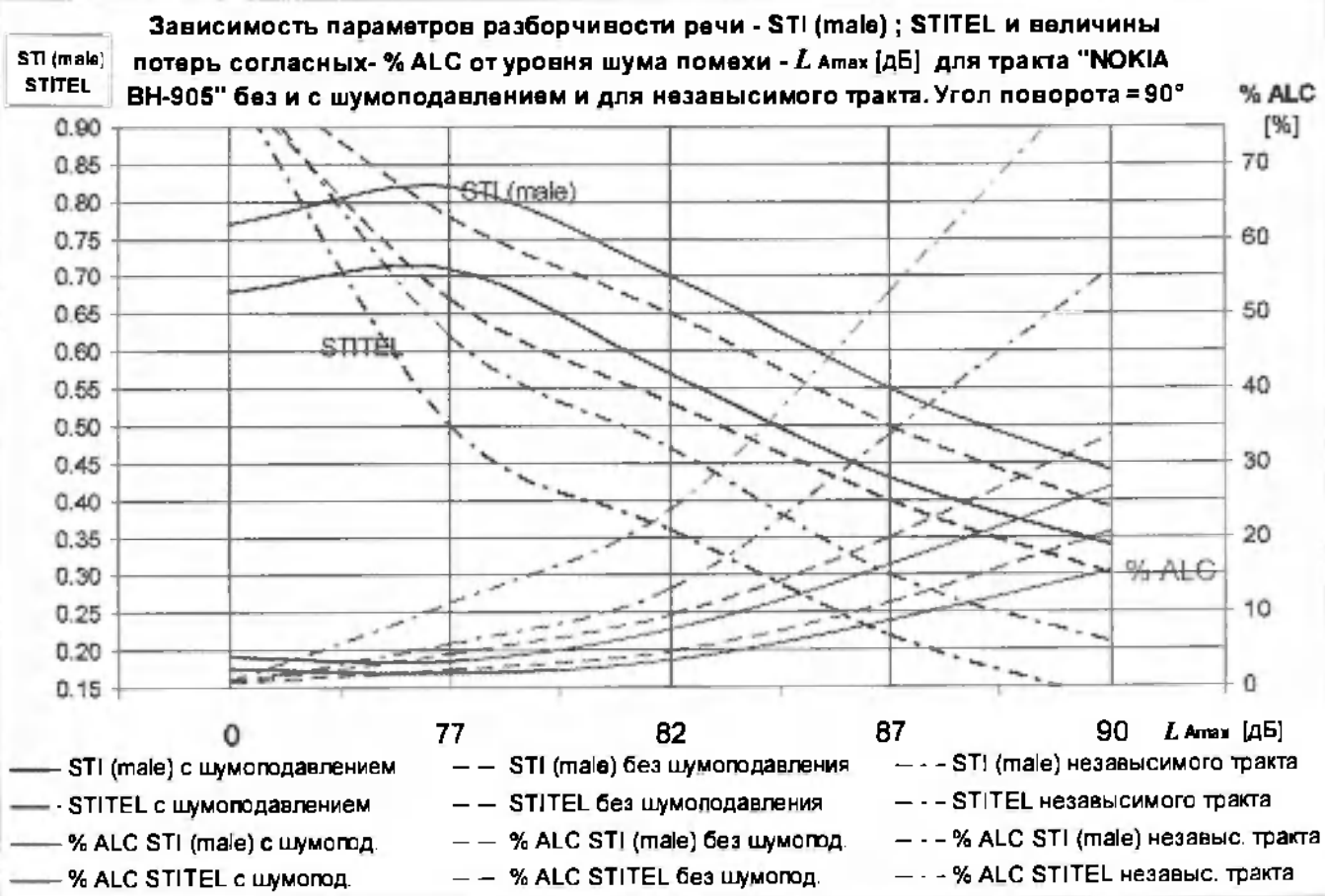




Как видно без шумоподавления все показатели теряет около 0.05 от разборчивости, а показатель **RASTI** снизился до границе перехода оценки на «**poor**». Что касается независимого тракта, там все оценки на одну градацию ниже, а оценка разборчивости женской речи - **STI female** ниже на две качественные градации - от «**fair**» на «**bad**».

Расчеты проведены для всех трех поворотов «головы»; для всех трех разновидностей трактов и при 4 уровнях сигнала помехи. Для иллюстрации качества работы шумоподавления измеряемого образца, были выбраны две категории оценки разборчивости речи;- это оценка мужского голоса – **STI male** и оценка качества разборчивости речи для передачи в телекоммуникационных каналах – **STITEL** и построены характеристики «Зависимости параметров разборчивости речи -...». Там показаны параметры **STI male** ; **STITEL** и их показатели потерь согласных (в процентах) - **% ALC** как переменные (Y- функция) от уровня сигнала помехи - L_{Amax} [дБ] (см. ниже).







По результатам оценки полученных «Зависимостей параметров разборчивости речи - ...» можно заключить; - подтверждается те заключения которые были приведены по оценке результатов измерения суммирования полезного сигнала с сигналом помехи (см. стр.9). Однако можно добавить следующее:

- a. Эффект шумоподавления при повороте «головы» на 90 градусов дает увеличение оценки разборчивости речи с включенным шумоподавлением почти **2 балла** относительно независимого тракта и в пределах **0.5 балла** относительно тракта образца без шумоподавления.
- b. При повороте «головы» - 0 градусов увеличение разборчивости речи с включенным шумоподавлением относительно независимого тракта резко падает и достигает лишь $\frac{3}{4}$ балла.
- c. При повороте «головы» на 180 градусов увеличение разборчивости речи с включенным шумоподавлением относительно независимого тракта еще снижается, а оценка мужского голоса – **STI male** дает даже противоположный эффект – разборчивость немного ухудшается. Здесь следует отметить, что имеющееся «голова» в наибольшей степени отличается от естественной именно в ее тыловой части, поэтому измерения разборчивости речи при повороте на 180 градусов необходимо будет проверить после улучшения формы тыловой части «головы» в предстоящих измерениях.

Эксперт ООО "R & D Akustika", дипл. инж.,
№ сертификата Ассоциация акустиков Латвии – 003/01



Дз. Ласис

Работа	Кол-во	стоимость, Ls
переделка провода на Nokia BH-103	1	50
провода к Nokia BH-214	1	150
противовесы	4	160
проверка работоспособности BH-103	3	30
показательные экземпляры	2	160
наушники с оглобелками	3	270
остаток с прошлой оплаты	1	28
Гарнитура BH-103	1	30
Сумма	1	822
ремонт		50
новые		90
противовес		40