

Р.В. МЕЩЕРЯКОВ, А.Г. ПОНИЗОВ

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЛУХА НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

---

*Мещеряков Р.В., Понизов А.Г. Оценка качества слуха на основе мобильных вычислительных устройств.*

**Аннотация.** В статье рассматриваются новые подходы к оценке качества слуха с использованием вычислительных устройств. Предложена новая классификация методов исследования слуха, позволяющая выделить возможности разработки элементов систем управления в составе вычислительных устройств. Рассмотрены модели исследования слухового анализатора человека, позволяющие использовать классические методики исследования слуха в существующих системах управления мобильных вычислительных устройств. Приведена модифицированная методика аудиологических исследований, а именно основные результаты камертональных опытов (опыт Ринне, Вебера, Желле и Федеричи), отличающиеся снижением временных и квалификационных характеристик (до 50 %).

**Ключевые слова:** исследование слуха, аудиологические тесты, мобильные вычислительные устройства, камертональные опыты.

*Meshcheryakov R.V., Ponizov A.G. Quality assessment of hearing based on mobile computing devices.*

**Abstract.** In the article new approaches to an estimation of hearing quality with the use of mobile computers are considered. New classification of hearing research methods allowing to allocate possibilities of working out of elements of control systems as a part of computers are suggested. Models of research of the acoustic analyzer of the person allowing to use classical techniques of research of hearing in existing control systems of mobile computers are considered. The modified technique of audiologic researches, namely the basic tonometer experiences (experiments of Rinne, Weber, Zhelle and Federichi) varying in time and qualifying characteristics (to 50 %) is presented.

**Keywords:** hearing quality, audiologic researches, mobile computing devices, tonometer experiences.

---

**1. Введение.** Актуальность работы обусловлена отсутствием средств или методик проведения оценки слухового анализатора человека в бытовых условиях. Вместе с тем существует серьёзная проблема понижения слуха у населения, так по данным ВОЗ на сегодняшний день нарушением слуха страдают 6% населения Земли, по оценкам специалистов через 10 лет это число возрастёт на 30% и составит 9% общего населения Земли. Отчасти эта проблема связана с тем, что с развитием аудио – акустических систем нагрузка на слух человека су-

щественно увеличилась. Стоит отметить тот факт, что оценить состояние своего слуха возможно лишь в специализированных медицинских отделениях. Понижение слуха происходит постепенно, и в силу своего психофизиологического строения человек способен заметить снижение слуха только тогда, когда это начинает доставлять ему дискомфорт, а это происходит уже тогда, когда функции слухового анализатора существенно понижены.

Обеспечить всех нуждающихся аудиометрической аппаратурой не представляется возможным в силу больших экономических затрат и необходимости организации большого высокотехнологичного производства.

Для исследования слуха устройство должно воспроизводить сигналы определённой частоты и интенсивности, этот факт делает практически невозможным создание универсального программного обеспечения для всех вычислительных средств [1]. Устройствами, соответствующими предъявленным требованиям, могут служить практически все современные мобильные вычислительные системы.

**2. Методы исследования слуха.** Существующие исследования слуха, начиная от речевых исследований человеком и до сложных специализированных методов с привлечением высокотехнологичной аппаратуры, оценивают качество слуха на разном уровне. Было выявлено отсутствие классификации исследований слуха, что существенно осложняет понимание методов исследования человеческого слухового анализатора. В существующих источниках [12] приведены подробные описания методов исследования слуха, проработаны вопросы преимуществ и недостатков отдельных методов, обусловлены границы применения данных методов. Однако систематизации, позволяющей выделить возможности разработки систем управления в составе мобильных вычислительных устройств, не было найдено. Таким образом, была предложена классификация методов исследования слуха изображённая на рисунке 1.



Рис. 1. Методы исследования слуха.

Выявлено, что все исследования слухового анализатора человека можно разделить по психофизиологическому признаку на две большие группы: субъективные и объективные исследования [7]. К объективным исследованиям относятся те исследования, которые не зависят от психофизиологического состояния испытуемого; широко используемыми объективными методами являются исследование отоакустической эмиссии и исследования импедансометрии. Использование объективных методов, возможно, могут ответить на вопрос: - «Слышит человек или нет?», оценить же состояние слуховой системы человека возможно при помощи субъективных методов. Субъективные исследования зависят от психофизиологического состояния испытуемого, суть всех субъективных методов сводится к оценке (по ответам испытуемого) реакции на исследуемый акустический сигнал.

Широко применяемым методами субъективного исследования являются речевое исследование, исследование камертонами и исследование с использованием электроакустических приборов – аудиометров [8].

Речевое исследование слуха является одним из самых простых исследований слухового анализатора человека, оно широко применяется в амбулаторных исследованиях, при профессиональном отборе или осмотре, при прохождении медицинской комиссии на получение водительских прав или для пригодности к воинской службе. Главным недостатком речевого исследования является то, что произносимая врачом речь нормируется в относительной шкале (шёпот, нормальная речь, громкая речь и крик), воспроизводимой на определенном расстоянии [9].

Исследование камертонами обладает большим диагностическим эффектом, при помощи камертональных опытов возможно оценить как воздушное, так и костное звукопроводение. Преимуществом камертональных опытов является то, что камертон представляет собой относительно не сложное в изготовлении мобильное устройство, основные камертональные опыты (опыты Ринне, Вебера, Желле и Федеричи) в аудиологии применяются больше века, что подчёркивает их существенное диагностическое значение в исследованиях слухового анализатора человека. Недостатком камертональных опытов является определение интенсивности звука в относительных единицах (время звучание камертона), а не в единицах интенсивности звукового сигнала (децибелы), проведение камертональных опытов требует некоторой подготовки. [10]

Аудиометрические исследования существенно отличаются от измерений камертонами и речевых исследований тем, что звуковой сигнал воспроизводится не в относительных единицах, а в единицах измерения интенсивности звука [11]. С развитием аудиометрической аппаратуры стало возможно отдельно проводить исследования воздушного и костного звукопроводения, речевой аудиометрии. Главным недостатком аудиометров служит их высокие технико-экономические показатели.

Были рассмотрены только аудиометры отечественного производства и аудиометры, выпускающиеся наиболее крупными зарубежными фирмами. Выявлено, что крупнейшими производителями аудиометров в мире являются компании «Entomed» (Швеция) [3], «Interacoustics» (Дания) [4] и компания «Maico» (Германия) [5], из отечественных производителей найдена только одна компания «Биомедилен» [6], выпус-

кающая одну марку аудиометра АА-2, на официальном сайте «Биомедилен» информация не обновлялась с 2003 года, из чего можно сделать вывод, что данная компания, скорее всего, перестала существовать, и в России нет компаний, выпускающих аудиометры.

Всего было изучено 15 аудиометров российских и зарубежных компаний, сопоставлены технико-экономические показатели, выявлено, что средняя цена одного аудиометра на российском рынке составляет около 500 тысяч рублей.

Проведён патентный поиск, объектом исследования стало измерение для диагностических целей (аудиометрия). Ретроспектива поиска составила 15 лет. Классификационный индекс МПК А61В5/12. Согласно патентному поиску было найдено 72 патента [3]. Аналогов патентов предлагаемой разработки не было найдено

**3. Усовершенствование методики проведения камертональных опытов Риннэ, Вебера, Желле и Федеричи.** Опыт Ринне заключается в сравнение длительности воздушного и костного звукопроведения. Звучащий камертон ставят на площадку сосцевидного отростка, после прекращения его звучания (по словам пациента), его переносят, не возбуждая заново, к наружному слуховому проходу. Если обследуемый продолжает слышать его по воздуху, данный тест расценивают как положительный. Это означает, что воздушное проведение преобладает над костным [12].

Методика проведения опыта Ринне с использованием систем управления в составе мобильной вычислительной техники отличается тем, что в начале опыта необходимо определить порог слышимости по костному звукопроведению.

Для определения порога слышимости исследование начинают с интенсивной стимуляции, легко идентифицируемой испытуемым. Постепенно уровень интенсивности снижают шагом 10 дБ до исчезновения восприятия, затем повышают шагом 5 дБ до возникновения слухового ощущения.

После определения порога слышимости следует уменьшить интенсивность на 5 - 10 дБ и поднести звучащий костный вибратор к наружному слуховому проходу пациента. При этом, если испытуемый слышит звук от костного вибратора, то опыт Ринне считается положительным, если нет, отрицательным.

Опыт Вебера позволяет оценить латерализацию звука. Звучащий камертон ставят на темя, лоб, или корень носа, или по центру на подбородок. Важно, чтобы камертон располагался на мягкотканной поверхности, т.к. в противном случае происходит образование высокоча-

стотных обертонов (помех). Бранши звучащего камертона должны располагаться во фронтальной плоскости [12].

Проведение опыта Вебера при помощи систем управления в составе мобильной вычислительной техники происходит в результате выбора частоты и легко идентифицируемой испытываемым интенсивности исследования. Звучащий костный вибратор прикладывают ко лбу, темени или к корню носа, после чего необходимо опросить испытуемого о наличии или отсутствии латерализации звука.

Главным отличием методики является то, что при неправильном возбуждении камертона или ошибочной фиксации камертон может перестать издавать звук до момента идентификации испытываемым. Это приводит к повторному проведению опыта. В случае с использованием систем управления в составе мобильной вычислительной техники затухание сигнала отсутствует, а фиксация может быть осуществлена без выключения прибора и изменения его параметров.

Опыт Желле позволяет выявить кондуктивную тугоухость, обусловленную неподвижностью стремени, в частотности при отосклерозе. Звучащий камертон прикладывают к темени и одновременно пневматической воронкой сгущают воздух в наружном слуховом проходе [12].

При проведении опыта Желле с использованием системы управления в составе мобильной вычислительной техники в начале исследования следует выбрать интенсивность (легко идентифицируемую испытываемым) и частоту исследования. Затем приложить прибор звучащим костным вибратором к темени пациента и одновременно пневматической воронкой сгущать воздух в наружном слуховом проходе. Основное отличие, как и в опыте Вебера, заключается в том, что костный вибратор не прекращает вибрировать из-за неправильного возбуждения или неправильной фиксации его на голове испытуемого.

Опыт Федеричи заключается в сравнении длительности восприятия звучащего камертона с сосцевидного отростка и с козелка при обтурации им наружного слухового прохода. После прекращения звучания на сосцевидном отростке камертон ставят ножкой на козелок [12].

Основным отличием методики проведения опыта Федеричи при использовании системы управления в составе мобильной вычислительной техники в применении классического камертона является необходимость в начале опыта выявить порог слышимости пациента.

После определения порога слышимости следует понизить интенсивность на 5–10 дБ относительно порога слышимости и приложить прибор костным вибратором к козелку пациента. Если пациент про-

должает слышать звук, считать результаты опыта Федеричи положительными, если нет — отрицательными.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Во-первых, при проведении опытов Ринне и Федеричи нет необходимости выявлять порог слышимости в каждом опыте отдельно на одном и том же ухе, как это происходит в случае с обычным камертоном.

Во-вторых, в опытах Вебера и Желе нет необходимости дополнительного возбуждения инструмента.

В-третьих, использование систем управления в составе мобильных вычислительных устройств позволяет уйти от специальных методик возбуждения камертона и фиксации его на испытуемом, что позволяет проводить камертональные опыты людям с низкой квалификацией.

**4. Модели исследования слуха.** Модель исследования слуха включает в себя функциональную и структурную схему систем управления в составе вычислительной техники.

На рисунке 2 изображена функциональная схема аудиометра. На рисунке 3 изображена функциональная схема вычислительной системы, предназначенной для преобразования цифровых данных в звук (далее – воспроизводящее устройство).

Новизна в разработанной модели заключается в формировании блока данных, внедрённых в память воспроизводящего устройства и программы управления этим блоком в систему управления воспроизводящим устройством, что является отличительным свойством по сравнению с генерацией тона классическими аудиометрами.

Данное решение позволит существенно снизить массо-габаритные показатели, существенно снизить финансовые вложения в развитие бытовой аудиометрии в создании специализированных устройств для домашней аудиометрии.

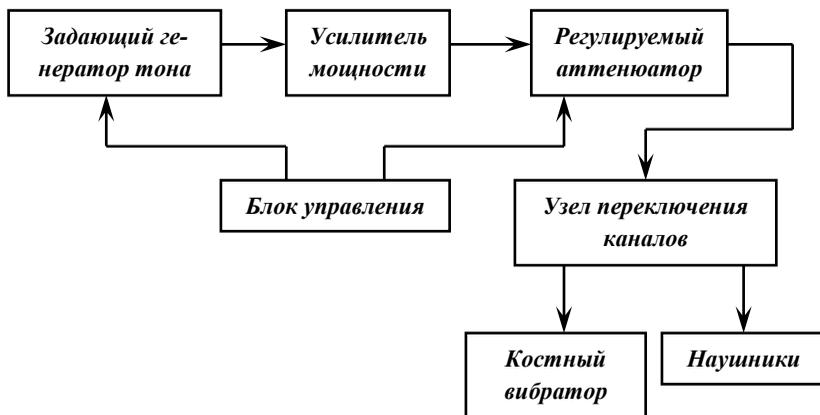


Рис. 2. Функциональная схема аудиометра.



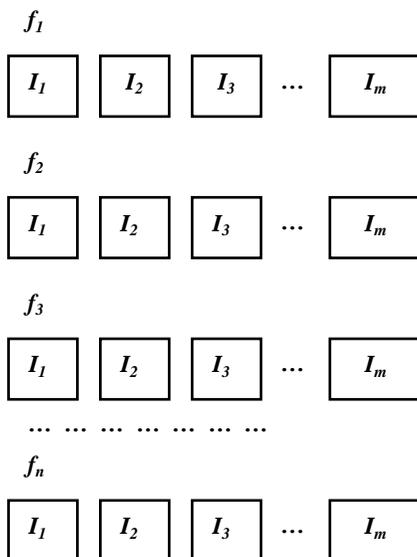
Рис. 3. Функциональная схема воспроизводящего устройства.

Формирование данных происходит путём подбора заранее сгенерированных аудио файлов под внутреннюю структуру воспроизводящего устройства таким образом, чтобы на выходе был сигнал необходимой частоты и интенсивности. Структура блока формируемых данных представлена на рисунке 4.

Исследования воздушной и костной проводимости проводятся с использованием отдельных блоков данных. Такое решение было принято исходя из того, что излучатели (костный вибратор и наушники) имеют разные технические исполнения и существенно отличаются по техническим характеристикам.

Калибровка данных под устройство производится, например, с помощью оборудования фирмы Briel & Kjaer, представляющий собой муляж человеческой головы HATS 4128C. Калибровка данных происходит путём сравнения входного сигнала, записанного в память вос-

производящего устройства, и сигналом, снимаемым НАТС 4128С, в зависимости от полученных данных изменятся входной сигнал.

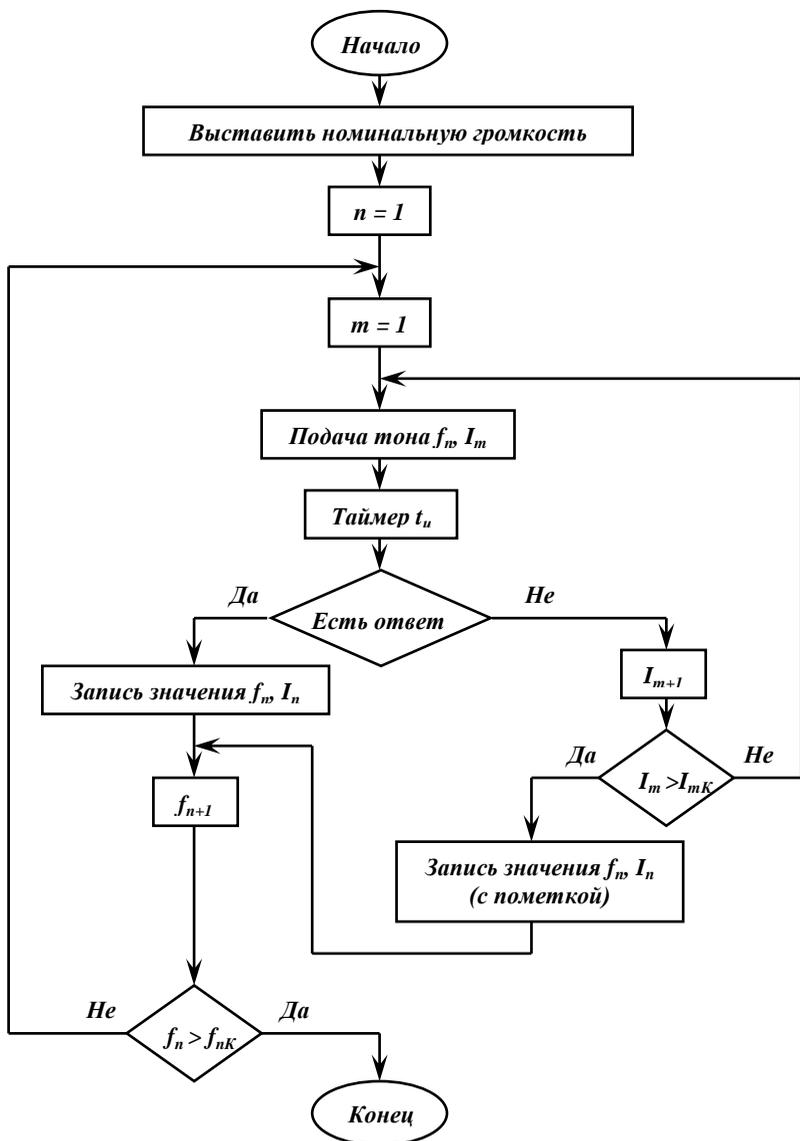


$f_n$  – частота тона;  $I_m$  – интенсивность тона.

Рис. 4. Структура блока формируемых данных.

Блок схема алгоритма программы управления сформированными звуковыми сигналами приведена на рисунке 5.

Большинство мобильных устройств поставляется в комплекте с внутриканальными наушниками или наушниками IEMs (In-ear monitors), которые обладают лучшей шумоизоляцией и потребляют в несколько раз меньше мощности, чем обыкновенные накладные наушники закрытого типа, применяемые в аудиометрии.



$f_n$  – частота тона;  $I_m$  – интенсивность тона;  $f_{нк}$  – критическое значение частоты;  $I_{мк}$  – критическое значение интенсивности.

Рис 5. Блок схема алгоритма программы управления.

**5. Использование результатов и апробация предлагаемой методики.** В процессе работы было разработано мобильное устройство (далее портативный аудиометр), позволяющее проводить исследование костного звукопроведения на частотах 500, 1000, 2000, 4000, и 8000 Гц [14] и интенсивностью в диапазоне от 5 до 40 дБ.

Для сравнения классической и предлагаемой методики проведения камертональных опытов были проведены испытания, целью которых являлась оценка временных, диагностических и квалификационных характеристик классической методики и предлагаемой методики проведения камертональных опытов. Инструментом для проведения классической методики являлся камертон, для предлагаемой – портативный аудиометр.

Длительность исследования составляла одну неделю для каждого пациента. В рамках эксперимента было обследовано 40 человек. Критерий включения в исследование – возраст обследуемого 18-60 лет. Критерий исключений – врождённые пороки развития и острые воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, перенесённые оперативные вмешательства на среднем ухе, наличие в анамнезе либо в настоящее время признаков клинически значимого неконтролируемого заболевания либо органа или системы органов (например, активный туберкулёз, онкологические заболевания), состояний в анамнезе (психические нарушения, алкоголизм, значимое снижение интеллекта), которые могут ограничить законность информированного соглашения или исказить интерпретацию проводимого исследования.

Исследования проводились на базе 10 городской поликлиники.

Последовательность проведения эксперимента включала в себя несколько этапов.

Первый этап: исследование слуха (камертональные тесты Ринне, Вебера, Желле и Федеричи) по традиционной методике с использованием камертона С512 в стандартных условиях.

Второй этап: исследование слуха с использованием портативного аудиометра. Исследования проводились в нормальных условиях в тихой обстановке (уровень шума окружающей среды не превышал 30 дБ(А)). Порог слуха определялся по ответам испытуемого об обнаружении звукового сигнала. Все методы испытаний были функциональны и неинвазивны.

Полученные данные обрабатывались с помощью программы Statistika 6.0 (StatSoft США) и Microsoft Office Excel.

В рамках работы была проведена статистическая обработка полученных данных по плотности вероятностей и функции распределения, а также были сделаны гистограммы для каждого опыта.

Исходя из полученных результатов была выдвинута гипотеза о нормальности распределения полученных величин. Для проверки данной гипотезы в соответствии с рекомендациями [13] были применены Т-критерий Стьюдента для одновыборочных исследований и Z- критерий.

Исследуемые зависимости можно считать нормально распределёнными. Таким образом, время проведения камертональных тестов при помощи классической методики в три раза больше, чем при использовании предлагаемой методики.

**6. Заключение.** В настоящей статье рассмотрены методы исследования слуха, предложена классификация методов определения уровня слуха, позволяющая выделить возможности разработки элементов систем управления в составе вычислительных средств. Предложен новый метод реализации аудиометрических испытаний, позволяющий внедрить классическую методику проверки слуха в существующие системы управления в составе мобильных вычислительных устройств. Предложен алгоритм управления блоком аудиоданных для проведения тональных аудиометрических тестов. Предложенная модифицированная методика проведения основных камертональных опытов (опыт Ринне, Вебера, Желле и Федеричи), позволяющая вывести камертональные исследования на бытовой уровень путём снижения времени исследования до 50% относительно классической методики и повышения квалификации испытателя, что не влечет при этом утраты диагностических характеристик.

**7. Благодарность.** Авторы благодарят Мухину В.И., врача-фониатора 10 городской поликлиники.

## Литература

1. Д. Ганбат, А.Л. Ронжин, Р. Найдандорж, В.Ю. Будков, М.В. Прищеп. Разработка веб-системы для предоставления обучающих сервисов удаленным мобильным пользователям // Труды СПИИРАН. Вып. 13, СПб.: Наука, 2010, С. 21-34.
2. Перечень патентов с классификационным индексом МПК: А61В5/12 [Электронный ресурс] : электронный ресурс, содержащий базу патентов РФ – Электрон. дан. - Режим доступа <http://195.208.85.248/cdfi/Fips2009.dll/Query> - Заголовок с экрана.
3. Официальный сайт компании «Entomed» <http://www.entomed.se>
4. Официальный сайт компании «Interacoustics» <http://www.interacoustics-us.com>
5. Официальный российский сайт компании «Maico» <http://maicomed.ru>
6. Официальный сайт компании «Биомедилен» <http://www.biomedilen.ru>
7. А.И. Лопотко, Е.А.Приходько А.М. Мельник Шум в ушах. Санкт-Петербург, 2006, С. 123-142.

8. Г.А. Таварткиладзе, Н.Д. Шматко Диагностика и коррекция нарушенной слуховой функции у детей первого года жизни.// Методическое пособие. М., 2007, С 24-30.
9. Я.А. Альтман, Г.А.Таварткиладзе Руководство по аудиологии. - Москва, ДМК-Пресс, 2003, С 231-234.
10. Г.А. Таварткиладзе., Л.Д. Васильева. Раннее выявление нарушений слуха у детей первых лет жизни. Метод. реком. М 2003, С.40-43
11. Статья: Снижение слуха, проверка слуха / под. ред. Анипова Н. электронный ресурс, принадлежащий клиничко-диагностическому центру «Диоген» – Электрон. дан. - Режим доступа <http://www.rosmedzdrav.ru/xlor/lor-0002.shtml>
12. Оториноларингология : национальное руководство / под.ред. В.Т. Пальчуна. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2008. – 960 с. – (Серия «Национальные руководства»).
13. Дубина И. Н. Математические основы эмпирических социально-экономических исследований: учебное пособие. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006, -263 с
14. ГОСТ 27072-86. Генераторы сигналов диагностические звуковые. Аудиометры. Общие технические требования и методы испытаний [Текст]. Введен – 28-08-86. – М. : Издательство стандартов, ст 39.

**Мешеряков Роман Валерьевич** — канд. тех. наук, заместитель начальника научного управления, доцент кафедры Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Область научных интересов: системный анализ и информационная безопасность: вопросы обработки информации в интеллектуальных системах, особое внимание уделяется вопросам создания информационно-безопасных систем. Число научных публикаций — 247. [mrv@security.tomsk.ru](mailto:mrv@security.tomsk.ru); 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ауд. 210; р.т. +7 (3822) 900-111, факс +7 (3822) 900-111.

**Meshcheriakov Roman Valerievich** — PhD, assistant professor, Dept. of Complex Security of Electronic-computing Systems of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR). Research interests: speech analysis, speech recognition, medical technology, information security. The number of publications — 247, IEEE Senior Member. [mrv@security.tomsk.ru](mailto:mrv@security.tomsk.ru); KIBEVS Dept. TUSUR, 40, Lenin-avenue Tomsk, 634050, Russia; office phone +7(3822)413-426, fax +7(3822)900-111.

**Понизов Алексей Григорьевич** — аспирант кафедры Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем ТУСУР. Область научных интересов: вопросы исследования слухового анализатора человека, компьютерная аудиометрия. Число научных публикаций — 5. [ponizov@mail.ru](mailto:ponizov@mail.ru); г. Томск, пр. Ленина, 40, ауд. 210, тел. +7 (952) 809 6117.

**Ponizov Alexey Grigorievich** — post-graduate student, Dept. of Complex Security of Electronic-computing Systems of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR). Research interests: medical technology, computer tonometry, audiosystems. The number of publications — 5. [ponizov@mail.ru](mailto:ponizov@mail.ru); KIBEVS Dept. TUSUR, 40, Lenin-avenue Tomsk, 634050, Russia; phone +7 (952) 809 6117. .

**Поддержка исследований.** Данное исследование поддержано Министерством образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.» (госконтракт № П1083).

Рекомендовано лабораторией речевых и многомодальных интерфейсов, заведующий лабораторией Ронжин А.Л, д-р техн. наук, доц.  
Статья поступила в редакцию 08.07.2011.

## РЕФЕРАТ

*Мещеряков Р.В., Понизов А.Г.* Оценка качества слуха на основе мобильных вычислительных устройств.

Чувство слуха одно из главных в человеческой жизни; слух и речь составляют вместе весьма важное средство общения между людьми и служат основой сложных социальных взаимоотношений.

Слуховая система человека — чрезвычайно сложный и тонкий аппарат, приспособленный в основном для восприятия тихих звуков. Обрушившаяся на нее лавина громких звуков, появившихся в результате технического прогресса в XX — XXI веках (рок-музыка, мощные системы звукоусиления и т.д.), неизбежно привела в технически развитых странах к постепенному ухудшению слуха. Связано это с тем, что в быту не существует средств или способов, позволяющих оценить состояние слуха. Понижение слуха происходит постепенно, незаметно для человека, что полностью исключает проведение каких-либо профилактических мероприятий.

Целью работы является создание подходов к оценке слуха с использованием мобильных устройств и устройства, позволяющего оценить чувствительность слуха в бытовых условиях.

Разработано портативное электроакустическое устройство (аудиометр), позволяющее проводить исследования костной проводимости и основные камертональные опыты. Предложена методика проведения камертональных опытов Ринне, Вебера, Желле и Федериче. Для сравнения классической и предлагаемой методики проведения камертональных опытов проведены испытания, целью которых было оценить временные, диагностические и квалификационные характеристики классической методики и предлагаемой методики проведения камертональных опытов. Инструментом для осуществления классической методики являлся камертон, предлагаемой — портативный аудиометр. Результаты испытаний показали существенное превосходство предлагаемой методики по сравнению с классической. Время проведения опытов снизилось в два раза, были снижены квалификационные требования к испытателю, методика позволила перейти от относительных единиц интенсивности звукового сигнала (время звучания камертона) к единицам СИ (децибелы). Предложена новая модель оценки слуха человека, отличающаяся тем, что исследование слуха происходит не при помощи генерации исследуемого сигнала, как это делается в классической модели, а с помощью воспроизведения заранее сгенерированного тестового сигнала. Разработана архитектура строения блока тестовых сигналов, создан алгоритм управления блоком тестовых сигналов.

## SUMMARY

*Meshcheryakov R.V., Ponizov A.G. Quality assessment of hearing-based mobile computing devices.*

Feeling of hearing is one of the main things in human life; hearing and speech make together rather important means of dialogue between people and form a basis for difficult social interrelations.

Acoustical system of a person is an extremely difficult and delicate device adapted basically for the perception of low sounds. The avalanche of loud sounds which have appeared as a result of technical progress in XX — the XXI<sup>st</sup> centuries (rock music, powerful systems of sound amplification etc.) has inevitably led in technically developed countries to gradual deterioration of hearing. It is caused by the fact that there are no means or ways allowing to estimate a hearing condition. Hearing deterioration occurs gradually and is imperceptible for the person which completely excludes carrying out of preventive actions.

The purpose of this work is to create a mechanism of hearing estimation with the use of mobile devices and the devices, allowing to estimate hearing sensitivity in life conditions.

The portable electro-acoustic device (audiometer) was developed to conduct researches of bone conductivity and the basic tonometer experiments were held. The carried out tonometer experiments of Rinne, Weber, Zhelle and Federiche are analyzed. For comparison of a classical and offered technique the tests which were aimed at estimation of necessary time, diagnostic and quality characteristics of a classical technique and offered technique of carrying out tonometer experiments were conducted. Tools for carrying out of a classical technique was the tuning fork, for an offered one – a portable audiometer. The results have shown the essential superiority of an offered technique above the classical one. The time of experiment has decreased twice, qualifying requirements to the verifier have been lowered, the technique has allowed to pass from relative units of sound intensity (time of sounding of a tuning fork) to SI (decibels). The new model of estimation of hearing of a person supposes that hearing research occurs not by means of generation of an investigated signal as it was in a classical model, but by means of reproduction of a generated in advance test signal. The architecture of a structure of test signals is developed, the algorithm of management is created by the block of test signals.