

9. Быбко Е. И., Данченко А. Л. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Основы кибернетики» и «Дискретная математика», – Луганск; Изд-во Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, 2005. – 52 с.
10. Matthew Horridge. A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools. Edition 1.2 [Electronic resource]:/ The University Of Manchester. - 2009. [Mode Access]: <http://www.co-ode.org>.
11. SPARQL Query Language for RDF. [Электронный ресурс]/ W3C Recommendation 15 January 2008. Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115/>.

Проведено системний аналіз сучасних методів суб'єктивних експертиз якості систем звуковідтворення, окреслене коло проблем та запропоновані способи їх вирішення. Використання вказаних рекомендацій дозволить підвищити точність, надійність та повторюваність результатів суб'єктивно-статистичних досліджень якості звуку

Ключові слова: якість звуку, суб'єктивна експертиза, достовірність результатів, повторюваність

Проведен системный анализ современных методов субъективных экспертиз качества систем звуковоспроизведения, очерчен круг существующих проблем и предложены способы их решения. Применение изложенных рекомендаций позволит повысить точность, надежность и повторяемость результатов субъективно-статистических исследований качества звука

Ключевые слова: качество звука, субъективная экспертиза, достоверность результатов, повторяемость

The methods of subjective assessment of quality of sound where investigated. The circle of existing problems is outlined and ways of their decision are offered. Application of the stated recommendations will allow to raise accuracy, reliability and repeatability of results of subjective-statistical researches of quality of a sound

Keywords: quality of sound, subjective examination, authenticity of results, repeatability

1. Введение

Система звукопередачи (звуковой тракт) является неотъемлемой частью любой современной аудиовизуальной системы. Известно, что основной задачей звукового тракта является наиболее точная передача звуковой информации из одной области пространства в другую, что достигается минимизацией искажений, вносимых системой звукопередачи в первичный сигнал. Комплексной характеристикой любой системы

УДК 621.396

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ СУБЪЕКТИВНЫХ ЭКСПЕРТИЗ КАЧЕСТВА ЗВУКОВЫХ ТРАКТОВ

Н. Н. Сулима

Преподаватель

Кафедра телевидения и радиовещания
Одесская национальная академия связи им. А.С.Попова
ул. Кузнечная, 1, г. Одесса, Украина, 65029
Контактный тел.: (097) 799-17-90
E-mail: Filin85@bk.ru

звукопередачи является качество звучания – совокупность ощущений, возникающих при прослушивании, и отличающих один способ звукопередачи от другого [1].

Развитие электроники и применение цифровых технологий позволяет создать звуковой тракт с высокими техническими характеристиками [2]. Однако при одинаковых технических характеристиках качество звучания звуковых трактов может значительно отличаться [3]. Такая неоднозначность обусловлена отсутствием четкой связи между объективными параметрами систем звукопередачи и субъективными восприятием звука [4]. Таким образом, измерение технических характеристик звукового тракта не даёт возможности однозначно оценить его качество звучания, что делает объективные измерения неэффективными. С другой стороны антропологическая направленность звуковых трактов позволяет в качестве единственного достаточно точного метода оценки качества звука использовать субъективно-статистические исследования, называемые субъективными экспертизами [5].

Задачей данного исследования является критический анализ особенностей субъективных экспертиз и поиск возможных путей устранения существующих недостатков. Цель исследования - повышение досто-

верности результатов субъективных экспертиз, используемых для определения качества звука.

Актуальность данной работы определяется отсутствием на сегодняшний день метода, обеспечивающего высокую повторяемость результатов [6].

Удачное решение поставленной выше задачи позволит повысить достоверность и повторяемость результатов субъективных экспертиз, даст возможность разработать более совершенные методы исследований, улучшить существующие.

2. Предмет и метод исследования

В качестве предмета исследования выступает субъективная экспертиза – сложная совокупность технико-процедурных мероприятий, направленная на установление взаимосвязи между объективными параметрами звукового тракта и субъективным качеством звучания при тех или иных начальных условиях с привлечением в качестве конечного оценивающего звена группы слушателей (экспертов). В качестве метода исследования использовался анализ официальных документов, содержащих сведения о вариантах современных субъективных экспертиз. Анализу подвергались следующие методы организации субъективно-статистических исследований качества звука в речевых и музыкальных трактах:

1. Метод оценки малых ухудшений в звуковых системах, в том числе многоканальных, изложенный в рекомендации ITU BS.1116 [7];

2. Метод субъективной оценки качества систем, использующих сжатие «MUSHRA», изложенный в рекомендации ITU BS.1534 [8];

3. Метод проведения субъективно-статистических экспертиз «FSQ», разработанный в Акустическом центре МГУСИ и одобренный международным обществом инженеров-акустиков (AES) [3];

4. Метод оценки качества речевых трактов, изложенный в ГОСТ Р 50840-95 [9];

Следует отметить, что сравнение методов, предназначенных для речевых и музыкальных трактов, является допустимым для решения поставленной задачи.

3. Содержание исследования

В работе [10] указана принципиальная неустранимость случайных ошибок, присущих субъективным экспертизам. Однако минимизация влияния этой случайной составляющей позволит повысить ликвидность результатов, поэтому все рассмотренные методы субъективных экспертиз предусматривают набор технических и процедурных средств, предназначенных для минимизации негативного влияния. Далее будут рассмотрены некоторые составляющие экспертизы, имеющие потенциальные возможности повышения достоверности результатов экспертиз.

В первую очередь следует указать некоторые ошибки в процедурной части экспертиз.

Известно, что субъективные экспертизы базируются на двух различных подходах к своей организации:

1. Сравнительные экспертизы, в которых проводится оценка качества исследуемого тракта относительно

эталонного тракта, субъективное качество которого принимается за максимально достижимое.

2. Прямые экспертизы, результаты которых базируются на сопоставлении ощущений при прослушивании исследуемого тракта с ощущениями, возникающими у эксперта при прослушивании оригинала тестового материала.

Исходя из особенностей слуховой системы человека, а именно более широких возможностей в случае сравнительной оценки звучания двух источников первый тип экспертизы является более приемлемым.

В пользу сравнительного метода говорит также следующее допущение. При проведении экспертиз прямого типа эксперт основывается на внутреннем психофизическом эталоне звучания, формирование которого полностью не исследовано [10]. Это даёт возможность предположить наличие дополнительных психофизических процессов, не связанных с задачей экспертизы, однако негативно влияющих на её результат.

В наиболее общем виде процедуру субъективной экспертизы можно представить как процесс оценивания группой экспертов заранее оговоренных признаков звучания (критериев качества звука) по специальной шкале при определенных начальных условиях. На сегодняшний момент известно более ста субъективных критериев качества звучания, однако большинство из них некорректны либо неоднозначны, что усложняет процедуру проведения экспертиз, делая результаты неоднозначными [6]. В некоторых методах (например [7], [8]) предложена оценка звуковых трактов по единому интегральному критерию – совокупному понятию «качество звучания». При этом оценивается степень различия в ощущениях экспертов при прослушивании контрольного и исследуемого трактов.

Очевидным, однако, далеко не простым, решением данной проблемы является выделение нескольких основных признаков, по которым следует производить оценку качества звучания. При этом число признаков следует выбирать, основываясь, в первую очередь, не на стремлении оценить тракт по как можно большему числу признаков, что размывает общую оценку, а на простоте и повторяемости процедуры оценивания по оптимальным критериям. Исследования показали, что оптимальным является количество оцениваемых признаков не более 5-15 [3]. Кроме выбора самих критериев необходимо также устранить неоднозначность в их понимании экспертами. Наиболее очевидным решением является строгая согласованная стандартизация описания каждого признака на различных языках для устранения двусмысленных трактовок, обусловленных языковыми различиями экспертов. Можно рекомендовать создание терминологического словаря с привлечением музыкантов, физиологов, инженеров-акустиков [11].

Необходимо отметить, что наиболее точную, а главное повторяемую, оценку отдельных критериев может произвести лишь подготовленный эксперт, что позволяет рекомендовать для любого метода экспертизы привлечение только подготовленных профессиональных слушателей. При этом некоторую критичность в оценивании профессиональными экспертами можно избежать, чётко проработав методическую сторону экспертизы. Полезным будет осуществлять проведение экспертизы, так чтоб предоставлять эксперту наименьшее число вариаций при ответах на вопросы о признаках качества

звучания. Этому будет способствовать разработка процедурной части и экспертного протокола в виде тестов, требующих однозначные ответы типа «да–нет», «заметно–незаметно». Тут же следует указать на особенность использования шкал оценок. Из вариантов шкал, применяемых в рассмотренных методах, наиболее подходящей согласно указанным выше требованиям, являются шкалы с минимальным числом градаций – а именно пятибалльные шкалы сравнений и ухудшений [7].

Повышения ликвидности субъективных экспертиз можно добиться устранением эффекта домысливания – ошибочного представления о качестве звучания исследуемого тракта, возникающего в результате дополнительной мозговой деятельности эксперта. Все рассматриваемые методы субъективных экспертиз предлагают способы устранения эффекта домысливания от участия в экспертизах неблагодарных экспертов, выявляемых на этапе отбора. При этом учитываются эффект домысливания, связанный лишь с возможной предвзятостью экспертов, обусловленной с некоторыми сведениями о методике экспертизы. Действительно, если заранее сообщить экспертам о прослушивании двух различных звуковых трактов и при этом демонстрировать звучание лишь одного из них, то эксперты, склонные к домысливанию, будут «замечать» отличия в звучании. Отстранение таких экспертов позволяет повысить достоверность результатов экспертизы. Дальнейшее исследование существующих методов экспертиз позволяет выявить еще одну, не рассмотренную ранее, возможность возникновения эффекта домысливания. Домысливание может быть вызвано наличием в тестовых композициях голосового сопровождения. Действительно, понимание лексической составляющей прослушиваемой композиции позволяет эксперту «услышать» отсутствующие акустические признаки речи благодаря домысливанию её фонетических особенностей. Очевидным устранением возможностей проявления такого эффекта является использование композиций либо без голосового сопровождения, либо с сопровождением на языке, фонетические особенности которого неизвестны экспертам. Здесь же следует отметить еще одну методическую ошибку, имеющуюся при подборе тестовых композиций. Стремление к получению наиболее универсальной оценки звуковых трактов заставляет разработчиков экспертиз выбирать разнообразные по жанрам и исполнению композиции, стремясь подбирать отрывки, наиболее сложные для воспроизведения [4]. Однако подобранные таким образом композиции могут привести к невозможности определения необходимых критериев качества, которые попросту могут отсутствовать в исходных композициях. Решением может стать увеличение числа тестовых композиций, что негативно скажется на длительности экспертизы, что, в свою очередь, приведет к снижению результативности экспертизы из-за утомляемости экспертов. Альтернативным в этом случае может стать подбор композиций одного либо близких жанров. Так оценка трактов лишь по композициям симфонического исполнения будет, на первый взгляд, несколько суженой, однако при правильном выборе оцениваемых критериев качества будет более достоверной и повторяемой. Другими словами выбор критериев качества звука и тестовых композиций необходимо производить одновременно и согласованно.

В заключение следует отметить, что субъективная экспертиза качества звука относится к разновидности статистических исследований, вероятность точности результатов которых в общем случае определяется размером репрезентативной группы или количеством экспертов. В работе [12] показано, что для высокой достоверности результатов (принята вероятность 0,9) необходимо иметь показания 67 экспертов. В свою очередь большинство современных методов регламентируют задействовать от 4 до 20 экспертов, что явно недостаточно для получения результатов с высокой степенью точности. Таким образом следует рекомендовать увеличение размера репрезентативной группы либо увеличение числа исследований.

4. Выводы

Проведенное исследование позволило выявить некоторые проблемы в организации субъективных экспертиз, снижающие достоверность результатов.

Как показано в ходе исследования, для повышения ликвидности современных субъективных экспертиз целесообразно учесть следующие рекомендации:

- 1) В основу экспертиз положить сравнительный метод оценки качества звука, как наиболее результативный с точки зрения психофизических особенностей восприятия звука.
 - 2) Установить число оцениваемых признаков качества звука равным 5-15, при этом произведя строгую согласованную стандартизацию описания каждого признака. С целью такой стандартизации можно рекомендовать создание специального терминологического словаря.
 - 3) Выбрать единую шкалу оценивания признаков звучания, основываясь на простоте её использования. Можно рекомендовать шкалы сравнений и ухудшений, с минимальным числом градаций.
 - 4) Из наборов тестовых композиций исключить материалы, содержащие речевое сопровождение на языке, понятном экспертной группе, что позволит уменьшить эффект домысливания.
 - 5) При проведении экспертиз использовать статистическое обоснованное количество экспертов.
 - 6) Опирайтесь на сведения только специально подготовленных профессиональных экспертов, подробно ознакомленных с процедурной частью самой экспертизы.
- Указанные предложения позволят повысить точность, повторяемость и достоверность результатов субъективных экспертиз качества звука.

Литература

1. Электроакустика и звуковое вещание : учеб. пособие для вузов / И. А. Алдошина, Э. И. Вологдин, А. П. Ефимов и др. ; под общ. ред. Ю. А. Ковалгина. - М. : Горячая линия–Телеком, Радио и связь, 2007. - 872 с.
2. Ковалгин Ю. А. Стерефоническое радиовещание и звукозапись: учеб. пособие / Ю. А. Ковалгин, Э. И. Вологдин, Л. Н. Кацнельсон; под ред. Ю. А. Ковалгина. - М. : Горячая линия–Телеком, 2007. - 720 с.

3. Ефимов А. П. Акустические измерения, оценки, контроль: учеб. пособие / А.П.Ефимов, Ю.С.Рысин, Д.Г.Свобода. - М.: МТУ-СИ, 2005. - 113 с.
4. Акустика: Учебник для вузов / Ш. Я. Вахитов, Ю. А. Ковалгин, А. А. Фадеев, Ю. П. Щевьев; под ред. Ю. А. Ковалгина - М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 660 с.
5. Рихтер С. Г. Цифровое радиовещание / С. Г. Рихтер. - М.: Горячая линия–Телеком, 2008. - 352 с.
6. Попов О. Б. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания: учеб. пособие для вузов / О. Б. Попов, С. Г. Рихтер. - М.: Горячая линия–Телеком, 2007. - 341 с. - Библиогр. : с. 334-338. - ISBN 5-93517-296-8.
7. ITU-R Recommendation BS.1116-1, Methods for the Subjective Assessment of small Impairments in Audio Systems including Multichannel Sound Systems, 1997.
8. ITU-R Recommendation BS.1534, Method for the subjective assessment of intermediate quality level of coding systems), June 2001.
9. ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. - Введ. 1995-11-21. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 235 с.
10. Блауэрт Й. Пространственный слух: пер. с нем. - М.: Энергия, 1979. - 224 с.
11. Семь слов об ошибках аудиоэкспертизы [Электронный ресурс] / Журнал Салон AV 2001 № 10. - Режим доступа : www. URL: http://www.aml.nm.ru/7_words.htm/ - 1.10.2001 г.
12. Исследование заметности искажений в радиовещательных трактах : инф. сб. / под. ред. Е. И. Горона - М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1959. - 125 с.

Проведено огляд наукових публікацій з даної тематики за останні більш ніж півтора десятки років. Проаналізований існуючий стан у області моделювання самоподібного трафіку

Ключові слова: самоподібний трафік, фрактальний процес, методи моделювання, моделі джерел

Произведен обзор научных публикаций по рассматриваемой тематике за последние более чем полтора десятка лет. Проанализировано существующее состояние в области моделирования самоподобного трафика

Ключевые слова: самоподобный трафик, фрактальный процесс, методы моделирования, модели источников

The review of the scientific publications on considered subjects for moor last fifteen years is made. The existing condition is analysed in the field of modelling the self-similar traffic

Key words: the self-similar traffic, fractal process, methods of modelling, source models

УДК 004.7:004.94(045)

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ САМОПОДОБНОГО ТРАФИКА

А.И. Костромицкий

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (057) 702-14-29

E-mail: A_Kostromitsky@mail.ru

В.С. Волотка

Аспирант*

*Кафедра "Сети связи"

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

пр. Ленина 14, г. Харьков, Украина, 61166

Контактный тел.: (057) 702-14-29

E-mail: volotka_vadim@mail.ru

Введение

В настоящее время бурное развитие высоких технологий привело к появлению и повсеместному распространению сетей с пакетной передачей данных, которые постепенно стали вытеснять системы с коммутацией каналов.

Исследования различных типов сетевого трафика за последние полтора десятка лет доказывают, что

сетевой трафик является самоподобным (self-similar) или фрактальным (fractal) по своей природе [1-16]. «Самоподобие» представляет собой свойство процесса сохранять свое поведение и внешние признаки при рассмотрении в разном масштабе. Из этого следует, что используемые методы моделирования и расчета сетевых систем, основанные на использовании пуассоновских потоков, не дают полной и точной картины происходящего в сети.