

## ЛИТЕРАТУРА

1. Plutchik R. The Nature of Emotions//American Scientist. - 2001. - V.89.- P. 344 -350. [Электронный документ] URL: <http://www.emotionalcompetency.com/papers/plutchiknatureofemotions%202001.pdf>(Дата обращения: 26.10.2017)
2. Ghazi D. Identifying Expressions of Emotions and Their Stimuli in Text . PhD Thesis in Computer Science , School of Electrical Engineering and Computer Science, Faculty of Engineering ,University of Ottawa , Ottawa, Canada, 2016.-135 p.[Электронный документ] URL: [https://ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/34268/1/Ghazi\\_Diman\\_2016\\_thesis.pdf](https://ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/34268/1/Ghazi_Diman_2016_thesis.pdf)(Дата обращения: 26.10.2017)
3. Тихомиров А. А., Труфанов А. И., Россодивита А. Модель взаимодействующих стволовых сетей в решении задач топологической устойчивости сложных систем// Безопасность информационных технологий. - 2013.- №1. - С.125-126.

## СЕТЕВАЯ ПЛАТФОРМА АНАЛИЗА ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Э.К.Куулар, А.И.Труфанов, А.Д.Афанасьев, А.А.Тихомиров, О.Г.Берестнева*  
(г. Иркутск, Иркутский Национальный исследовательский технический университет)

*e-mail: kuular1991@mail.ru*

*(г. Инчон, РК, Университет Инха)*

*(г. Томск, Томский политехнический университет)*

## NETWORK PLATFORM FOR SOUND INFORMATION ANALYZIS

*E.K.Kuular, A.I.Trufanov, A.D.Afanasyev, A.A.Tikhomirov, O.G.Berestneva*  
(Irkutsk, Irkutsk National Research Technical University)

*(Incheon, RK, Inha University)*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

**Abstract.** A new technique of audio information processing for automatic analysis and classification of records, including speech, has been proposed. The technique is based on information representation in the form of associative semantic (cognitive) network structure and deals with amplitude and frequency layers both.

**Keywords :** sound information, identification, complex networks, amplitude, frequency

**Введение.** В современном мире с развитием техники, информация, в том числе звуковая производится, обрабатывается, передается и хранится все в большей степени в электронном виде. Звуки, используемые человечеством для повседневной жизни, стали переводиться

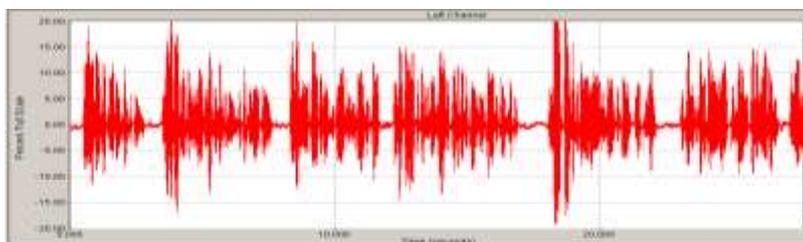


Рис. 5. Речевой файл "narration acoustic tools"

из аналоговой в цифровую форму, посредством средств передачи данных или программ редактирования звукозаписей. Новые форматы и технологии работы со звуковыми данными ставят в области информационной безопасности задачи по созданию и применению новых эффективных методов и средств защиты звуковой информации. Применяемые к звуковым данным средства призваны прежде всего предотвратить угрозы доступа к информационным ресурсам посторонних лиц, не имеющих на то прав. Также остро звучат проблемы защиты авторских данных. В общем случае в противодействии угрозам усилия разработчиков направлены на создание систем надежной идентификации личности по звуковой записи. Для решения этой

задачи необходимо наличие идентификаторов и создание процедур идентификации для всех пользователей. Естественно, что одним из ключевых биометрических параметров человека является его голос, обладающий набором индивидуальных особенностей, относительно легко поддающихся измерению, например, частотные или амплитудные характеристики голосового сигнала. Метод идентификации личности по звуковой записи голоса часто используется

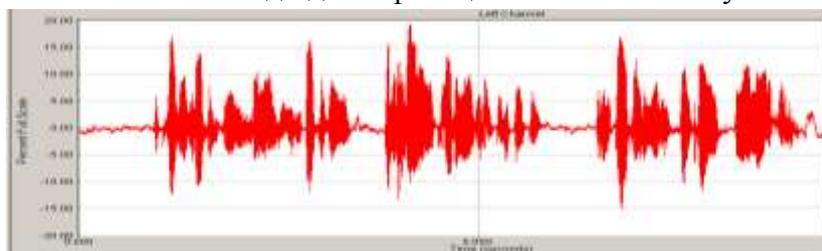


Рис. 7. Речевой файл "narration 3-D surface"

в области криминалистики [1]. Большая роль голосовой идентификации обусловлена также постановкой такой важной проблемы, как защита речевой информации. Идентификация применяется при создании новых технических средств и программно-аппаратных устройств защиты речевой информации, в частности, от утечки по акустическим, виброакустическим и другим каналам.

Одна из проблем идентификации звуковой информации обусловлена огромным объемом аудиопотока, так что сравнение аудиоданных традиционным способом [2] оказывается трудоемким и затратным. И в качестве решения этой проблемы может быть предложен подход, в котором звуковой ряд конвертируется в сеть (сетевую модель), к которой далее применяются приемы сетевого анализа .

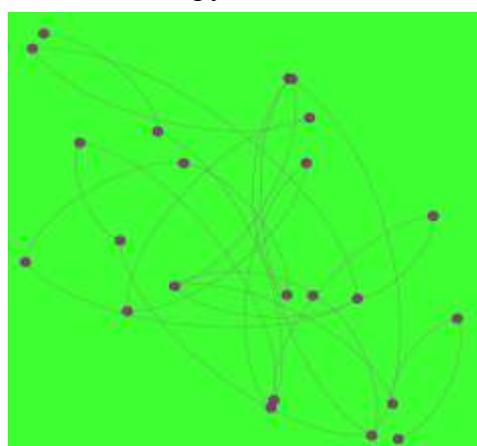


Рис 6. Граф речевой записи "narration acoustic tools" по частотным показателям

**Сетевая платформа анализа звуковой информации.** Имеющиеся в открытом доступе специальные программы дают возможность визуализировать, редактировать аудио информацию или же анализировать по имеющимся параметрам характеристик. Уточняя эти характеристики, определим понятия: *Звуковой сигнал* – совокупность различных синусоидальных составляющих, характеризующих амплитуду, период и время; *Высота звука* определяется частотой звуковой волны или периодом волны. Чем выше частота, тем выше звучание; *Громкость звука* определяется амплитудой сигнала. Чем выше амплитуда, тем громче звучание.

Подчеркнем, что при построении сетевой модели, важно установить взаимосвязь между звуком и сетевыми элементами обозначить сетевые метрики, определяющие звуковой сигнал.

Для проведения эксперимента выбраны: 2 речевых файла: «narration acoustic tools», «narration 3-D surface» демонстрационные файлы программы SpectraPLUS: формата wav.

Для абсолютно разных видов звукозаписей можно применять один тот же метод построения сетевой модели. В качестве входных данных для построения сетевой модели в настоящей работе предлагается использовать не только частотные характеристики, как в [3] , но и амплитуду звука. Узлами ( вершинами) в представляемой двумя слоями сетевой модели являются регистрируемые частоты и амплитуды, связи ( ребра) в слоях устанавливаются

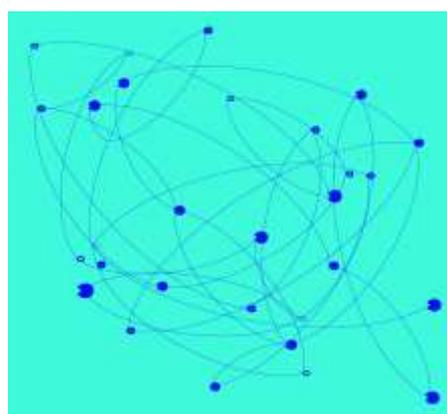


Рис. 8. Граф речевой записи "narration 3-D surface" по частотным показателям

и амплитуду звука. Узлами ( вершинами) в представляемой двумя слоями сетевой модели являются регистрируемые частоты и амплитуды, связи ( ребра) в слоях устанавливаются

между узлами, соседними по шкале времени. Выбранный метод является универсальным применяется как частотным, так и амплитудным входным параметрам, и довольно легко преобразует аудиопоток в сетевую структуру. На рис. 3- 4 представлены графы построенные по частотным показателям соответствующих речевых файлов. В таблице 1 представлены данные статистик этих графов.

Таблица 7. Статистика графов по частотным показателям

Статистика по графу	Речевой файл «narration acoustic tools»	Речевой файл «narration 3-D surface»
Вершины	23	30
Ребра	25	59
Средняя степень	1,087	2,1
Средняя взвешенная степень	1,087	11,1
Диаметр графа	14	23
Плотность графа	0,049	0,072
Модулярность	0,539	0,568
Средний коэффициент кластеризации	0	0,361
Средняя длина пути	5,690	8,624

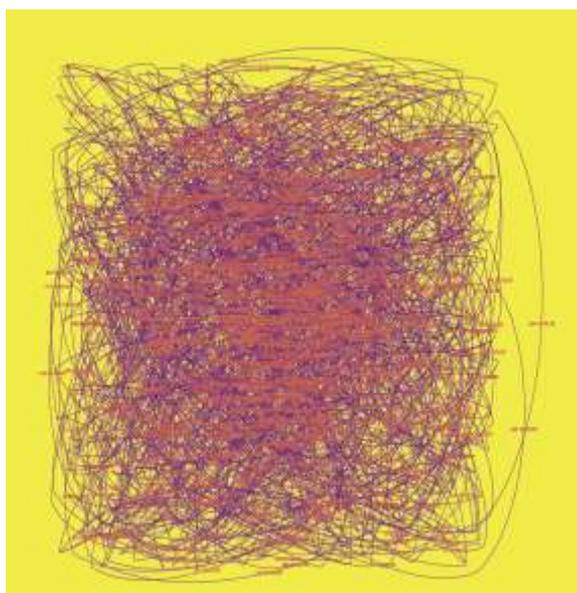


Рис. 10. Граф речевой записи "narration 3-D surface" по амплитудным показателям

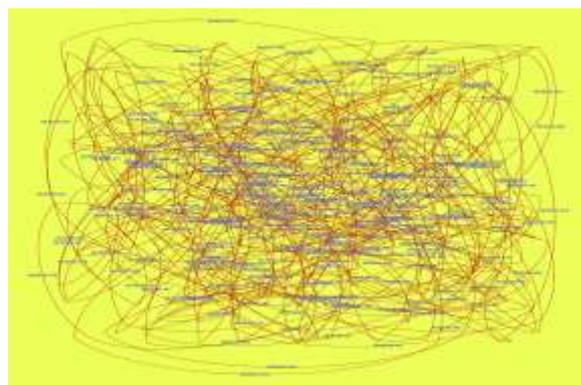


Рис. 9. Граф речевой записи "narration acoustic tools" по амплитудным показателям

Таблица 2. Статистика графов по амплитудным показателям

Статистика по графу	Речевой файл «narration acoustic tools»	Речевой файл «narration 3-D surface»
Вершины	1008	319
Ребра	1007	318
Средняя степень	0,999	0,997
Средняя взвешенная степень	0,999	0,997
Диаметр графа	1007	318
Плотность графа	0,001	0,003
Модулярность	0,937	0,889
Средний коэффициент кластеризации	0	0
Средняя длина пути	336,333	106,667

Также для сравнения и определения чувствительной метрики построены графы по амплитудным показателям для тех же речевых файлов (рис.5-6). При этом количество вершин и ребер отличается, в графах, построенных по амплитудным показателям узлов и ребер больше чем при построении по частотным показателям. В таблице 2 представлена статистика графов по амплитудным показателям.

**Результаты.** Характерно, что любая звуковая запись легко преобразуется в сетевую структуру по его амплитудным или частотным показателям. Поэтому любую звуковую систему можно представить, как сеть, и далее изучать ее основные топологические характеристики. Такие как средняя степень, средний коэффициент кластеризации, средняя длина пути. Для нескольких семантических сетей, соответствующих звуковым файлам, можно проанализировать различие (расстояние) между ними, чтобы сделать вывод о близости самих звукозаписей. Так как многие семантические сети-взвешенные графы, для определения их близости имеет смысл использовать метрику, учитывающую разности весов соответствующих ребер графов.

**Выводы.** Практически любой информационный образ можно превратить в семантическую сеть, для которой можно применить одинаковые алгоритмы топологического сопоставления. Сделан вывод о том, что вектор ключевых топологических параметров сетевых моделей может служить метрикой сравнения звуковых данных, обеспечивая значительно меньшие временные затраты, чем того требуют традиционные системы.

Концепцию комплексных сетей, как исследовательскую платформу можно применять в различных областях знаний. Это быстрый, доступный способ сравнительного анализа информации, выявления уязвимостей в системах, многообразной классификации информации и множества других возможностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

4. Головин А.В., Исаев А.А., Мазуров В.А., Поляков В.В., Сидоренко Т.В. Уголовно-правовые и криминологические проблемы защиты информации – Алматы: Изд. Центр ОФППИ Интерлигал, 2008. - 338 с.

5. Малинин П.В. Технология голосовой идентификации личности на основе проекционных методов анализа многомерных данных - Барнаул: ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет», 2015. - 137 с.

6. Куулар Э.К., Тихомиров А.А., Труфанов А.И. Идентификация источников звуковой информации методом сетевого анализа// Безопасность информационных технологий. - 2016. - № 2. - С. 43-48. [Электронный документ]

URL: <https://bit.mephi.ru/index.php/bit/article/view/78/85> (Дата обращения: 26.10.2017)