

Данный интеграл может быть выражен через эллиптические функции. Зависимость интенсивности третьей гармоники зависит от числа действительных корней многочлена в знаменателе интеграла.

На плоскости параметров задачи было проанализировано зависимость числа решений от параметров задачи. Показано, что исследуемый процесс обладает свойством бистабильности. В каждой области анализируемой плоскости, включая границы области, построено аналитическое решение зависимости интенсивности волн от пространственной координаты.

При бистабильном режиме генерации третьей гармоники интенсивность одного состояния генерации соответствует малое значение третьей гармоники, а другому - высокое. Как правило в физических экспериментах реализовывалось низкое значение эффективности преобразования энергии основной волны в энергию третьей гармоники.

Компьютерное моделирование проводилось для подтверждения правильности построенного аналитического решения. Проводилось оно на основе построенной консервативной разностной схемы. Результаты компьютерного моделирования совпали с результатами, полученными на основе аналитического подхода в пределах точности рассматриваемой схемы.

Следует особо подчеркнуть возможности переключения между бистабильными состояниями системы, это было продемонстрировано как аналитически, так и на основе компьютерного моделирования.

Проведенный анализ показывает возможность реализации солитонного режима взаимодействующих волн.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ СМЕХА В РЕЧЕВЫХ СИГНАЛАХ**

*Горошевский Алексей Валерьевич*

*Кафедра автоматизации научных исследований*

*e-mail: rissy44k@gmail.com*

***Научный руководитель: д.ф.-м.н., доц. Шликин Алексей  
Геннадиевич***

Область применения различных звуковых, а, в частности, речевых технологий постепенно расширяется. Особенно это касается систем обработки и распознавания речевого сигнала. Поэтому проблемы в этой отрасли не перестают быть чрезвычайно актуальными в наши дни.

Существующие системы распознавания речи в звуковом сигнале прекрасно справляются со своей задачей при определенных условиях, но в силу особенностей организации алгоритмов не способны распознать в аудиопотоке такие важные и неразделимые компоненты человеческой речи как эмоции. Однако эмоциональная составляющая человеческой речи способна не просто влиять на её смысл, а кардинально изменять его. Поэтому проверка наличия эмоций, их идентификация и определение к какому классу они относятся необходимы для улучшения качества распознавания

речевого сигнала. Кроме того, эмоциональное состояние человека непосредственно связано с его поведением в той или иной ситуации. По этой причине своевременное выявление отклонений психоэмоционального фона у людей, ответственных за выполнение какой-либо чрезвычайно важной или опасной работы может предотвратить нежелательные или даже катастрофические последствия. В нашей стране распознаванию эмоций в речевом сигнале не уделяется должного внимания.

Целью данной работы являлось создание программной системы для распознавания определённой эмоции в человеческой речи, а именно смеха, а также для его сегментации (выделения начала и конца) в звуковом сигнале.

Для решения поставленной задачи было проведено теоретическое исследование по соответствующей теме. Изучены основные материалы по обработке звуковых сигналов, по характерным признакам, по методам оптимального программирования и решения ряда нетривиальных подзадач.

В рамках работы, был получен доступ к большим, известным базам данных речевых сигналов с эмоциональной составляющей, таким как MAHNOB Laughter Database имперского колледжа Лондона и ILHAIRE Laughter Database.

Выполнена предварительная обработка данных полученных из баз. Для этого был разработан специальный модуль для отделения смеха от речи, удаления шумов и лишних пауз. В результате было выделено около 50 тысяч моноканальных звуковых фрагментов длительностью по 20 миллисекунд и с частотой дискретизации 48 килогерц.

Проведен выбор и реализовано выделение основных характерных признаков звуковых сигналов, таких как частота основного тона (тремя различными методами), форманты звукового сигнала, мел-частотные кепстральные коэффициенты и ряд других.

Для обучения системы на основе векторов характерных признаков проведен эмпирический выбор алгоритма машинного обучения, а именно метода опорных векторов. В качестве обучающей выборки использовались векторы, полученные из примерно 90% всех доступных фрагментов, в качестве тестовой — векторы из фрагментов оставшихся.

После обучения и классификации полученная система была протестирована. При исследовании фрагментов звукового сигнала на наличие в последних смеха или речи были получены следующие результаты. Система по обнаружению смеха в речевых сигналах с точностью около 95.1% верно идентифицировала речь и паузы и с точностью 86.3% — смех. Что касается сегментации, то средняя погрешность правильного определения начала и конца смеха составила 226.8 мс.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о достаточно высокой эффективности системы и возможности ее использования для классификации и сегментации смеха в речевых сигналах.

### Литература

1. Рабинер Л. Р., Шафер Р. В. *Цифровая обработка речевых сигналов*. М.: Радио и связь, 1981.
2. Cheveigne A., Kawahara H. *YIN, a fundamental frequency estimator for speech and music*. Journal Acoust. Soc. Am., vol. 111, no. 4, 1999.
3. Brossier P. M. *Automatic Annotation of Musical Audio for Interactive Applications*. Centre for Digital Music, Queen Mary, University of London, 2006.
4. Cristianini N., Shawe-Taylor J. *An Introduction to Support Vector Machines and other kernel-based learning methods*. Cambridge University Press, 2000.
5. Petridis S., Martinez B., Pantic M. *The MAHNOB-Laughter Database*. Image and Vision Computing Journal. 31(2), 2013.

### ОБ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

*Кусаинов Данияр Джолдыбайевич*

*Кафедра автоматизации научных исследований*

*e-mail: daniyar19@nur.kz*

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Нефёдов Владимир  
Вадимович*

Основу математической модели для настоящей работы составляет так называемое пространственно-динамическое приближение, в рамках которого исследована проблема динамики городов, и в фокусе внимания находятся именно проблемы эволюции внутренней структуры городов.

*Взаимодействие* групп населения внутри единого городского массива может быть описано с помощью системы из нескольких *нестационарных, нелинейных* дифференциальных уравнений диффузионного типа. Для простоты рассмотрено только две группы, обозначаемые как группа 1 и группа 2:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = L_1 u + F_1(u, v), & u(x_1, x_2, t), v(x_1, x_2, t) \\ \frac{\partial v}{\partial t} = L_2 v + F_2(u, v), & (x_1, x_2) \in \Omega, \end{cases}$$

где искомые функции  $u(x_1, x_2, t)$  и  $v(x_1, x_2, t)$  по смыслу определяют соответственно плотности 1-ой и 2-ой групп населения в точке  $(x_1, x_2)$  в момент времени  $t$ .