

Для получения зависимости объема от времени (спирограммы) достаточно проинтегрировать полученный сигнал с ПДД, а затем, имея зависимости скорости потока и объема от времени, можно построить график «петля поток-объем» для получения спирометрических показателей и определения диагноза врачом.

E-mail: cfpd@amur.ru.

УДК 616.21-06-073.584:612.78

И.В. Сафонов, Р.В. Литовкин, канд. техн. наук, **Ю.П. Муха**, д-р техн. наук
(Волгоградский государственный технический университет)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЙ В СТРОЕНИИ РЕЧЕВОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ГОЛОСА

Описывается алгоритм методики диагностики патологических изменений в строении речевого аппарата человека на основе спектрального анализа генерируемого им сигнала.

Ключевые слова: оториноларингология, речевой аппарат человека, диагностика патологий, спектр голоса, цифровая обработка сигналов.

Существует множество научных работ, связанных с обработкой речи как звукового сигнала, созданы разнообразные математические модели речевого аппарата (РА) человека (например, работы [1], [2], [3]). Вся эта деятельность направлена преимущественно на решение задач распознавания и синтеза речи. С другой же стороны, врач-оториноларинголог (ЛОР) при диагностике заболеваний РА ограничен результатами вредных рентгенологических либо инвазивных методов исследования и, конечно, собственным опытом. Хотя и предпринимаются попытки расширить инструментарий врача с помощью компьютерной диагностики, но на данном этапе в этих целях применяется дорогостоящее программное обеспечение (ПО): Sound Forge, WaveLab и др. Это ПО имеет широкий функционал в обработке звуковых сигналов как таковых, но не предназначено непосредственно для диагностических целей и требует специальной подготовки для его использования. Большинство же созданного пока в помощь врачам ПО является не более чем реализацией части функционала вышеописанных продуктов.

Таким образом, до сих пор остается открытым вопрос о создании специализированного простого в обращении ПО и смежная задача о разработке методики использования такого ПО. В рамках описываемой работы создается методика и формулируются принципы ПО, помогающего врачам-оториноларингологам в диагностике развития патологий РА человека, опираясь уже на существующие методы цифровой обработки сигналов (ЦОС), в частности – на спектральный анализ. Для получения спектра применяется быстрое преобразование Фурье (БПФ). Оно производится над записью голоса, хранящейся в файле форматом WAVE, PCM, mono, с частотой дискретизации 44 kHz и размером аудио образца 16 bit [4].

Наиболее информативный участок спектра такой записи голоса, произносящего гласную “А”, представлен на рис. 1. Применение фильтра скользящего среднего позволяет выделить на спектре наиболее важную в решаемой задаче информацию – расположение пиков.

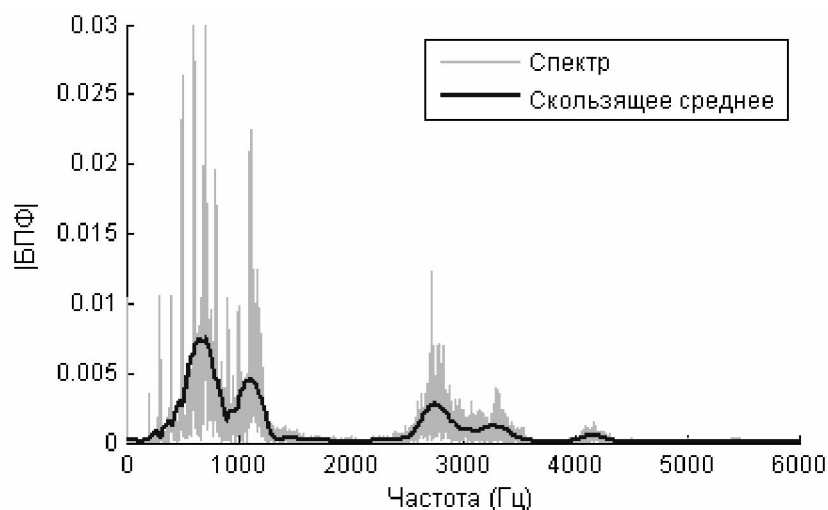


Рис. 1. Пример спектра голоса человека.

Группой параметров РА, оценку которых можно получить методом спектрального анализа голоса, является “глубина” расположения наиболее крупных формирований в нем, в частности длина голосового тракта. Простейшей моделью вокального тракта можно считать цилиндрическую трубу длиной порядка 17 см. Для такой модели справедливо выражение:

$$L = c (2n - 1) / (4f_n),$$

где f_n – n -я форманта ($n = 1, 2, 3, \dots$) или резонансная частота вокального тракта (соответствует n -му пику огибающей спектра на рис. 1); c – скорость звука; L – искомая оценка расположения препятствия, на котором образуется форманта [5].

Формально, создаваемую методику можно представить следующим алгоритмом:

- 1) на ЭВМ производится запись голоса пациента;
- 2) применением БПФ получается спектр записанного голоса;
- 3) к спектру применяется фильтр скользящего среднего;
- 4) полученная кривая сравнивается с аналогичной кривой для голоса, записанного ранее (день, неделю, месяц назад);
- 5) результаты сравнения представляются в наглядном графическом виде либо группой числовых параметров;
- 6) на основе сравнения делаются общие выводы о характере протекания изменений в строении РА;
- 7) в перспективе – использование эталонной модели РА для дополнительного сравнительного анализа.

Как можно видеть, метод диагностики заключается в том, что пациент обследуется достаточно длительное время (например, неделю или месяц), необходимое для выявления изменений, если таковые имеются, в строении РА в течение этого периода. Метод опирается на анализ различий в спектрах голоса пациента,

записанного в “контрольных точках” периода наблюдения (например, раз в два дня, раз в неделю). Такой подход также снижает влияние методических и инструментальных ошибок, связанных с тем, что запись осуществляется не в студийных условиях, с оцифровкой речи и последующим применением к ней аппарата ЦОС. Другие преимущества заключаются в том, что мы в общем случае имеем возможность контролировать произношения определенных слогов, гласных или согласных звуков, а также – длительность звучания голоса. Для определения основных акустических параметров достаточно, например, произношения гласной “А” во времени максимальной фонации (процесса образования звуков речи, определяемого колебаниями связок) [6]. Это (по сравнению с обработкой произвольной речи) существенно облегчает задачу, уменьшает методические ошибки.

На данный момент достигнуты следующие результаты:

1) сформулирована и обоснована методика диагностирования изменений в строении и физиологическом состоянии речевого аппарата человека на основе спектрального анализа голоса;

2) создано программное обеспечение на языке высокого уровня (С++), позволяющее необходимым образом работать с речевыми сигналами и их спектрами;

3) с использованием созданной программы, подтверждено практически, что возможно диагностировать изменения в физиологическом состоянии речевого аппарата с течением времени;

4) произведен метрологический анализ описанного алгоритма с последующим моделированием его поведения в среде MATLAB.

В дальнейшем развитии созданной работы можно выделить следующие направления:

1) расширение аппарата ЦОС в создаваемой программе;

2) поиск оптимального алгоритма определения разности двух спектров;

3) создание модели речевого аппарата человека, адекватной поставленной задаче;

4) набор экспериментальных данных для калибровки модели и сужение области применимости алгоритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодовая книга для речевых обратных задач / А.С. Леонов и др. // Информационные процессы. – 2005. – Т.5, №2. – С. 101-119.
2. Сорокин В.Н., Леонов А.С. К анализу резонансных частот речевого тракта // Информационные процессы. – 2007. – Т.7, №4. – С. 386-400.
3. Сорокин В.Н., Макаров И.С. Обратная задача для голосового источника // Информационные процессы. – 2006. – Т.6, №4. – С. 375-395.
4. Сафонов И.В., Акулов Л.Г. Спектрально-корреляционный метод разделения сигналов // XII региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области: Тез. докл. – Волгоград: РПК “Политехник”, 2008. – С. 207-208.
5. Сафонов И.В. Спектральный анализ голоса в диагностике развития патологий речевого аппарата человека // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2008: Ма-

териалы ежегодной Всерос. науч. школы-семинара. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008. – С. 120-121.

6. Полупроводниковый лазер “АТКУС-15” в хирургии глотки и гортани / М.С. Плужников и др. – СПб.: СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, 2002. – 46 с.

E-mail: Igor.Victor.Safonov@gmail.com.

УДК 612.424:613.693:615.471

Ю.А. Лебедев, Г.А. Шабанов, канд. биол. наук, **А.А. Рыбченко**, д-р техн. наук
(научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН,
Дальневосточный государственный университет, Владивосток – Магадан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РИТМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

В работе показана возможность воздействия на ритмические компоненты электрической активности головного мозга слабым электромагнитным полем. Подтверждено наличие резонансных частот в активирующей системе мозга. Показано, что на резонансных частотах мозг проявляет гиперчувствительность. На межрезонансных частотах мозг обладает слабой чувствительностью. **Ключевые слова:** магнитоэлектрическая активность головного мозга, ритмические компоненты биопотенциалов головного мозга, электромагнитные поля, резонансные частоты.

Помимо известных способов взаимодействия нейронных популяций – синаптических, электротонических, предполагалась возможность вовлечения в «частотный модуль» с относительно стабильной центральной частотой множества осциллирующих удаленных нейронных ансамблей с помощью слабых ритмически пульсирующих электромагнитных полей. С этой целью изучался глобальный компонент в суммарной электрической активности головного мозга, который проявляется как доминирующая длительно текущая ритмическая активность. Производилось воздействие на колебательную энергию соответствующего «частотного модуля» активирующей системы мозга слабым электромагнитным полем, модулированным соответствующей частотой в диапазоне от 0,13 до 27 Гц.

Анализ воздействия слабых электромагнитных полей на ритмические компоненты биопотенциалов головного мозга производился методом спектрального анализа ритмической активности головного мозга с помощью магнитоэнцефалографа индукционного «МЭГИ-01», разработанного в лаборатории экологической нейрокибернетики научно-исследовательского центра «Арктика» ДВО РАН [1]. У группы добровольцев (10 человек) регистрировалась фоновая и контрольная магнитоэнцефалограмма с последующим спектральным анализом, для чего вся исследуемая полоса частот от 27 до 0,13 Гц разбивалась гребенкой узкополосных фильтров на 840 центральных частот с временем интегрирования 160 сек. Анализируются амплитуды спектральных компонент. Ширина полосы составляла 3%