

## Раздел II. Окружающая среда и здоровье людей

УДК 615.47:616-072.7

**Р.П. Бондаренко, Н.П. Заграй, И.И. Кириченко**

### **АНАЛИЗ ТОНАЛЬНЫХ АУДИОГРАММ В СРЕДЕ LABVIEW**

*Представлены результаты разработки системы статистического анализа данных тональных аудиограмм. Рассмотрена структурная схема системы статистического анализа на основе определения коэффициента корреляции и алгоритма  $k$ -внутригрупповых средних для различных видов нарушений слуха. Описаны методы генерации нечетких правил и особенности кластерного анализа аудиограмм. Рассмотрены результаты применения алгоритма  $k$ -внутригрупповых средних для анализа тональных аудиограмм. Показана возможность применения виртуального прибора для исследования слуха в среде LabVIEW.*

*Аудиограмма; анализ данных; виртуальный прибор.*

**R.P. Bondarenko, N.P. Zagraj, I.I. Kirichenko**

### **ANALYSIS VOICE-FREQUENCY AUDIOGRAM IN THE ENVIRONMENT OF LABVIEW**

*In job results of application of algorithm of  $k$ -intragroup averages for the analysis voice-frequency audiogram are considered. The block diagram of system of the statistical analysis on the basis of definition of factor of correlation and algorithm of  $k$ -intragroup averages for various kinds of a hearing disorder is considered. Methods of generation of indistinct rules and feature кластерного the analysis audiogram are described. Results of application of algorithm of  $k$ -intragroup averages for the analysis voice-frequency audiogram are considered. Possibility of application of the virtual device for research of hearing in the environment of LabVIEW is shown.*

*Audiogram; the analysis of data; the virtual device.*

В основу большинства концепций построения систем диагностики слуховой функции положены задачи автоматического анализа тональных аудиограмм с помощью различных программ оценок порогов слуха [1, 2]. Разрабатываются аудиометры, позволяющие на компьютере с использованием специализированных программ имитировать работу аудиологических приборов [3]. Проектируются приборы медицинской диагностики в области систем исследования слуха на базе решений фирмы National Instruments и приложений в среде LabVIEW [4]. Задача автоматического анализа результатов исследования слуха может рассматриваться как задача классификации объектов, заданных дискретными признаками. Классификация параметров пороговых потерь слуха с использованием количественных характеристик приводит к ошибкам в распознавании объектов, соответствующих начальным стадиям отдельных видов нарушений слуха. В [5] рассмотрено применение регрессионного анализа данных аудиограмм. Проведена оценка коэффициента корреляции для различных видов нарушений слуха. Анализ полученных в [5] результатов позволил сделать вывод о том, что оценка силы корреляционной связи содержит информацию об отклонении потерь воздушной проводимости от нормы и может быть использована как классификационный признак для анализа данных аудиометрии.

Методика корреляционного анализа тональных аудиogramм, рассмотренная в [5], и реализованная с помощью программы Mathcad, может быть реализована в среде LabVIEW.

На рис. 1 представлена блок-диаграмма виртуального прибора в среде LabVIEW, позволяющего проводить оценку корреляционной связи тональных аудиogramм.

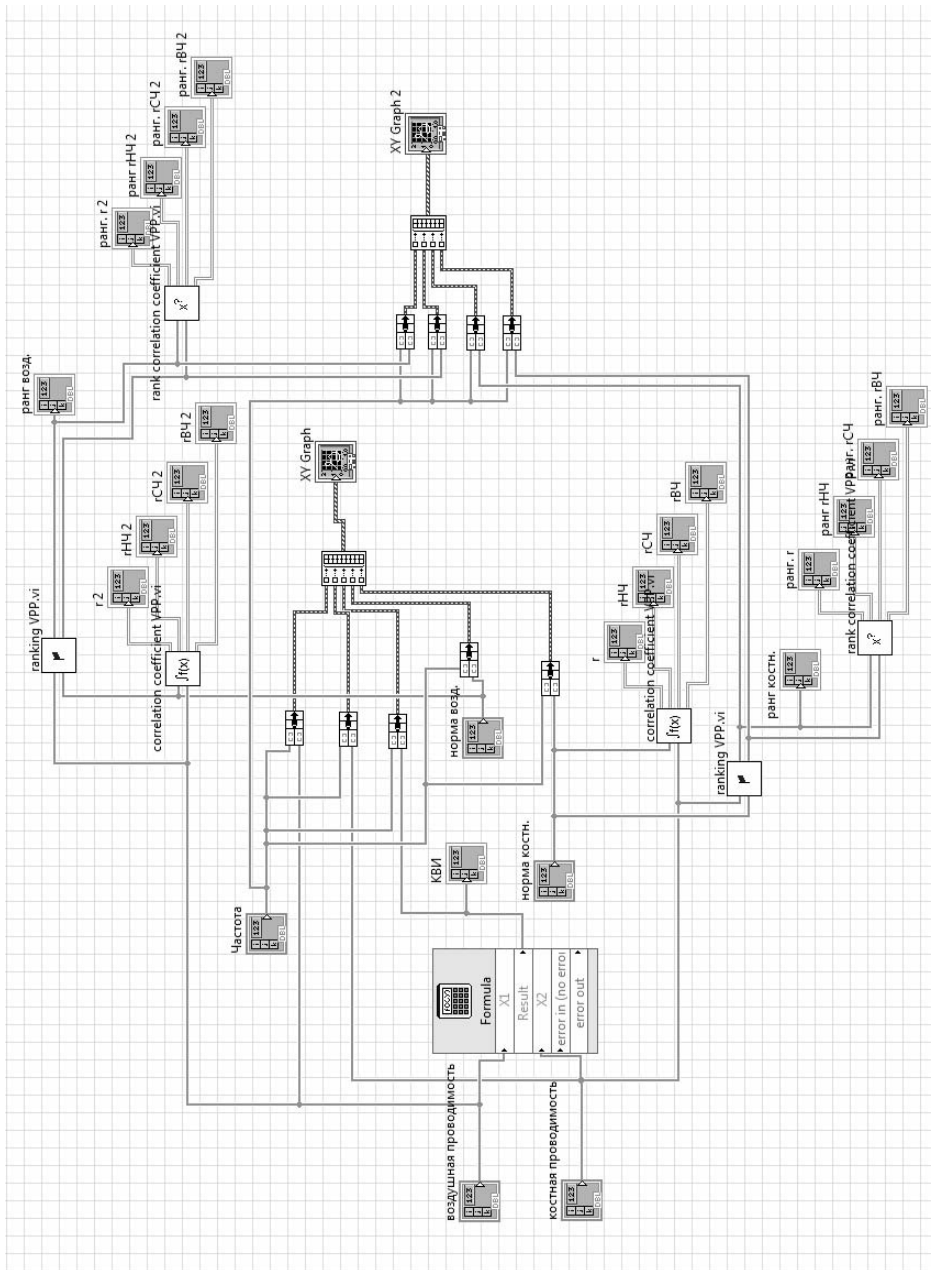


Рис. 1. Блок-диаграмма виртуального прибора для регрессионного анализа данных аудиометрии

При проведении профилактических исследований на первом этапе обработки результатов тональной аудиометрии необходимо выделить два класса состояния слуховой функции человека: «норма» и «отклонение от нормы (нарушение слуха)» [5, 6]. В такой постановке анализ тональной аудиограммы можно рассматривать как задачу распознавания принадлежности объекта к одному из двух классов. При этом класс «отклонение от нормы (нарушение слуха)» может быть в дальнейших исследованиях разбит на дополнительные классы (например, «нарушение звукопроводимости», «нарушение звуковосприятия» и «смешанные потери слуха»).

На рис. 2 показано окно лицевой панели терминала в среде LabVIEW, демонстрирующего возможность статистического анализа тональных аудиограмм.

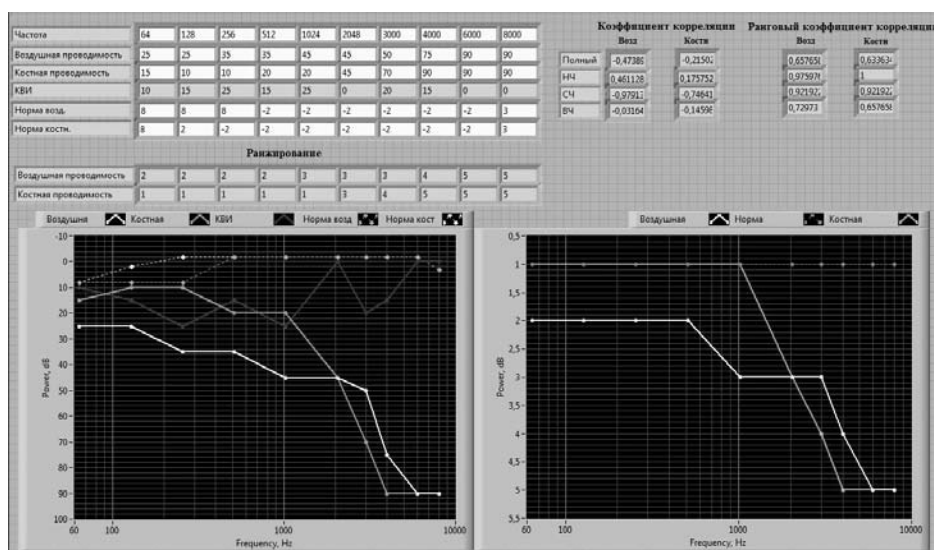


Рис. 2. Окно лицевой панели терминала в среде LabVIEW

В последнее время неуклонно растет интерес к методам анализа в базах данных и обработки данных по результатам исследований функционального состояния биологических систем, разработке новых алгоритмов анализа данных [5, 6]. Процесс поиска правил включает несколько этапов [7]: накопление данных, обобщение и преобразование данных, поиск закономерностей в данных, оценка, обобщение и структурирование найденных закономерностей. Обобщение данных и преобразование некоторых их совокупностей в форму нечетких множеств осуществить переход от отдельных числовых значений, характеризующих свойства объекта или системы, к интервалам, каждое значение которого определяется нечеткой степенью его принадлежности некоторому свойству.

Методы генерации нечетких правил основаны на двух подходах. Первый подход базируется на построении посылок правил в зависимости от функций принадлежности лингвистических значений атрибутов. Второй подход основан на кластеризации исходного множества обучающих примеров.

Для определения центров кластеров можно использовать любой алгоритм кластерного анализа. Для повышения точности вычислений применим алгоритм k-внутригрупповых средних. Первый этап решения поставленной задачи построения нечетких правил состоит в определении формальных описаний лингвистических меток [7]. Имеется база данных, в которой собраны факты, относительно результатов исследования потерь слуха по воздушной и костной проводимости. Предполагается, что возможны два состояния системы слуха, в зависимости от значений атрибутов: норма и нарушение (отклонение от нормы). Требуется сгруппировать

численные факты в лингвистические оценки атрибутов с целью построения базы правил по классификации состояния системы слуха. Исходя из условий задачи, число кластеров  $k = 2$ .

В качестве примера используем результаты исследования потерь слуха, соответствующие диагнозу гипертоническая болезнь, представленные на аудиограмме [2].

На рис. 3 показана блок-диаграмма виртуального прибора, позволяющего реализовать алгоритм  $k$ -внутригрупповых средних в среде LabVIEW.

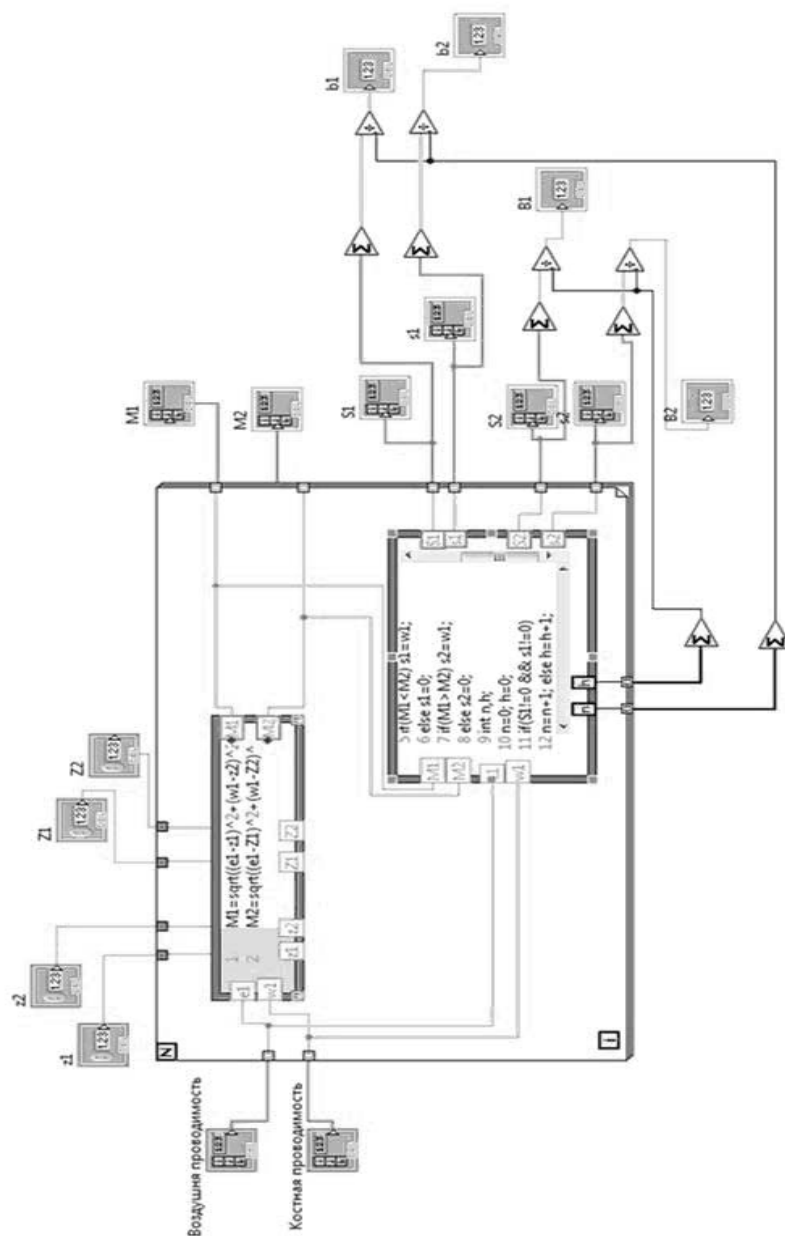


Рис. 3. Блок-диаграмма виртуального прибора, реализующего алгоритм  $k$ -внутригрупповых средних

Наличие в рассматриваемой совокупности областей неоднозначности означает, что на имеющихся записях базы данных возможно любое из заключений о принадлежности к классам «норма» и «отклонение от нормы (нарушение слуха)». В этом случае результаты тональной аудиометрии не позволяют сделать окончательный вывод о состоянии системы слуха и необходимо проведение дополнительных исследований. В рассматриваемом примере следует принимать во внимание ограниченность базы данных, записи которой рассматривались как обучающие примеры.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бондаренко Р.П., Кириченко И.И.* Биотехническая система компьютерного анализа данных аудиометрии аудиограмм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 7 (96). – С. 29-34.
2. *Бондаренко Р.П., Кириченко И.А., Салов В.В.* Концепция разработки электронной библиотеки аудиограмм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 5 (82). – С. 157-159.
3. *Бондаренко Р.П., Кириченко И.А.* Биотехническая система для аудиометрии с нелинейным преобразованием речевого сигнала // Известия ТРТУ. – 2006. – № 11 (66). – С.160-161.
4. *Потапов А.И., Потапов И.А., Махов В.Е.* Приборы медицинской диагностики на базе решений фирмы National Instruments. Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: Сборник трудов // Международная научно-практическая конференция. – М.: Изд-во РУДН, 2005. – С. 122-127.
5. *Бондаренко Р.П., Кириченко И.И., Черноморченко С.Г.* Применение регрессионного анализа данных в аудиометрии // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 9 (110). – С. 199-200.
6. *Бондаренко Р.П., Заграй Н.П., Кириченко И.И., Фирсова Т.Б.* Метод определения конфигурации тональных аудиограмм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 10 (99). – С. 239-241.
7. *Астанин С.В., Жуковская Н.К., Чепиков Э.В.* Поиск нечетких правил на основе анализа базы данных / Перспективные интеллектуальные технологии и интеллектуальные системы. – Таганрог: ТРТУ, 2004. – № 4. – С. 11-24.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. С.П. Тарасов.

#### **Бондаренко Роман Павлович**

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail [bondarenkor@gmail.com](mailto:bondarenkor@gmail.com).

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371795.

Кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; аспирант.

#### **Заграй Николай Петрович**

E-mail [znp@tsure.ru](mailto:znp@tsure.ru).

Кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; д.т.н.; профессор.

#### **Кириченко Инна Игоревна**

E-mail [igork@fep.tsure.ru](mailto:igork@fep.tsure.ru).

Кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; студентка.

#### **Bondarenko Roman Pavlovich**

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomous Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail [bondarenkor@gmail.com](mailto:bondarenkor@gmail.com).

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371795.

The Department of Hydroacoustics and Medical Engineering; Post-graduate Student.

**Zagraj Nikolay Petrovich**

E-mail znp@tsure.ru.

The Department of Hydroacoustics and Medical Engineering; Professor.

**Kirichenko Inna Igorevna**

E-mail igork@fep.tsure.ru.

The Department of Hydroacoustics and Medical Engineering; Student.

УДК 621.37.037+681.3.06

**Е.Ю. Вайсов, И.И. Турулин**

### **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ НАЧАЛА И ОКОНЧАНИЯ МИОСИГНАЛОВ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

*Рассматривается алгоритм определения времени начала и окончания миоэлектрического сигнала жевательных мышц для последующего сравнения амплитуд таких сигналов от разных жевательных мышц с целью подтверждения равномерной нагрузки на зубы и/или протезы при жевании. Приведена структурная схема алгоритма, а так же описаны блоки алгоритма. Рассматриваемая ИИС предназначена для контроля качества стоматологического протезирования, может применяться и для решения других задач контроля и диагностики состояния человека, обладает высокой вероятностью обнаружения сигнала и малой вероятностью обнаружения ложного сигнала. Алгоритм отличается высокой надежностью (высокой вероятностью правильного обнаружения и малой вероятностью неправильного) и точностью.*

*Цифровая обработка сигналов; электромиосигнал.*

**E.U. Vaysov, I.I. Turulin**

### **THE ALGORITHM FOR DETERMINING THE START AND END POINTS MIOSIGNAL MUSCLE CONTRACTION**

*This article describes an algorithm for determining the beginning and end of the chewing muscles electromyographic signal for comparing the amplitudes of signals from different masticatory muscles in order to confirm uniform load on the teeth and / or dentures during chewing. Shows the block diagram of the algorithm, as well as describes the components of the algorithm. Considered IMS is designed to control the quality of dental prosthetics, and can be used for other tasks of monitoring and diagnosis of the human condition, has a high probability of signal detection and low probability of detecting a false signal. The algorithm is highly reliable (a high probability of correct detection and low probability of wrong) and accuracy.*

*Digital signal processing; electromyographic signal.*

Информационно-измерительные системы (ИИС) медицинского назначения широко применяются как для диагностики различных видов патологий, так и для оценки психофизиологического состояния здорового человека.

Применение дешевых персональных компьютеров в ИИС позволяет удешевить разработку и повысить ее качество. Аналоговая часть в этом случае вырождается в многоканальный высококачественный усилитель, подключенный к коммутатору и аналого-цифровому преобразователю (АЦП). Высококачественная система обработки информации строится на языке высокого уровня. В случае высокой вычислительной сложности алгоритмов можно применять библиотеки цифровой обработки сигналов (ЦОС), например, Intel SPL, однако на практике стараются обойтись без них для снижения стоимости ИИС и улучшения переносимости программной части на различные аппаратные конфигурации и операционные системы.