

ры человека в учреждениях образования и культуры. Для реализации этнопевческого образования и этновокального воспитания на основе свойств и качеств фольклора нужно создать специальные педагогические условия. Повышению результативности этновокального воспитания способствует внедрение инновационных методов в специально созданной этнопевческой педагогической среде, но на основе принципов и методов традиционной певческой культуры, вокальной народной педагогики. Наш педагогический опыт в вузе, в учреждениях основного и дополнительного образования детей показал, что сегодня необходимо совершенствовать систему подготовки специалистов для обучения молодого поколения народному пению, нужна модернизация учебного процесса, методологическое и методическое обеспечение данного процесса.

#### Список литературы

1. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. – 560 с.
2. Земцовский И.И. Жизнь фольклорной традиции: преувеличения и парадоксы / И.И. Земцовский // Механизм передачи фольклорной традиции: (Матер. XXI Междунар. молодеж. конф. памяти А. Горковенко, апр. 2001 г. – СПб.: РИИИ, 2004. – С. 5-25.

3. Ивлева Л.М. Письмо в фонд культуры // Судьбы традиционной культуры. – СПб.: РИИИ, 1998. – С. 25-32.
4. Ивлева Л.М. Раньше старинушка не нужна была, а сейчас пришли за ней / Л.М. Ивлева, А.В. Ромодин // Судьбы традиционной культуры. – СПб.: РИИИ, 1998. – С. 19-25.
5. Каргин А.С. Вместо введения. К вопросу о стратегии приоритетов в фольклористике // От конгресса к конгрессу: Навстречу Второму Всероссийскому конгрессу фольклористов. – М.: Гос. респ. центр русского фольклора, 2010.
6. Лебедева Н.М. Введение в этническую и кросс-культурную психологию: уч. пособие. – М.: Ключ-С, 1999. – 224 с.
7. Лесли А. Уайт. Энергия и эволюция культуры // Антология исследований культуры. – Т. 1. Интерпретация культуры. – СПб.: Университетская книга, 1997. – С. 439-464.
8. Мехнецов А.М. Современная фольклористика и программа подготовки кадров // Фольклор: проблемы сохранения, изучения и пропаганды: тезисы Всесоюзной науч.-практич. конф. – В 2-х ч. – Ч. 2. – М.: ГМПИ им. Гнесиных, 1988. – С. 237-239.
9. Михайлова Л.И. Народная художественная культура: детерминанты, тенденции, закономерности социодинамики: монография. – М.: Вузовская книга, 2001. – 264 с.
10. Неклюдов С.Ю. О слове устном и книжном // Живая старина. – 1004. – № 2. – С. 2-3.
11. Путилов Б.Н. Теоретические проблемы современной фольклористики. Курс лекций для студентов Музыкально-этнографического отделения Санкт-Петербургской государственной консерватории 91995-1996 годы). – СПб.: ИПЦ СПГУТД, 206. – 315 с.
12. Путилов Б.Н. Фольклор и народная культура; In memorandum. – СПб.: Петербургское востоковедение, 2003. – 457 с.

#### Технические науки

### РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НАНОВОЛЬТОВОГО И МИКРОВОЛЬТОВОГО УРОВНЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Авдеева Д.К., Рыбалка С.А., Южаков М.М.  
ГОУ ВПО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», Томск,  
e-mail: diana.avdeeva@mail.ru

В настоящее время актуальной является решение задачи ранней диагностики жизненно важных органов и тканей человека. Одним из путей решения данной проблемы является повышение разрешающей способности средств измерений биопотенциалов человека для обнаружения ранних сдвигов в их функционировании. Для диагностики заболеваний различных органов и тканей человека разработана диагностическая аппаратура и методы обработки сигналов, созданы специальные базы данных для хранения результатов исследования.

Таким образом, проблема создания аппаратуры высокого разрешения является актуальной. Для снижения уровня шумов и артефактов при регистрации биопотенциалов в Томском политехническом университете разработаны медицинские нанозлектроды [1, 2], шумы которых на порядок ниже шума регистрирующей аппаратуры и составляют десятки нановольт в полосе от 0 до 100 Гц.

Современная элементная база позволяет создать измерительные каналы, размах случайного шума которых достигает единиц микровольт.

Для измерения сигналов менее 1 мкВ, одного микровольта, единиц микровольт в реальном масштабе времени в полосе частот от 0 до 100 Гц без фильтрующих звеньев необходимо снизить уровень собственных шумов измерительного канала.

Для решения данной задачи был разработан специальный метод снижения уровня шума измерительного канала. В измерительной технике широко используется дифференциальный метод периодического сравнения токов, напряжений, сопротивлений, энергий и других измеряемых физических величин [3].

Шумы измерительного канала и аддитивная сумма регистрируемого биопотенциала и шумов измерительного канала являются случайными и их можно сравнивать по уровню энергии. Для повышения точности данного метода сравнение энергий необходимо осуществлять в узких частотных диапазонах [4].

Для реализации данного метода предложена следующая вычислительная технология, основанная на компьютерной обработке сигналов:

Операция 1 – Измерение аддитивной суммы регистрируемого сигнала и шума измерительного канала.

$$U_{\Sigma}(t) = U_x(t) + U_{\xi}(t), \quad (1)$$

где  $U_x(t)$  – сигнал;  $U_{\xi}(t)$  – шум.

Операция 2 – Многократное измерение шума измерительного канала при коротком замыкании на входе.

Операция 3 – все реализации подвергаются БПФ (быстрое преобразование Фурье):

$$U_x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} U(k) \exp\left(-j \frac{2\pi nk}{N}\right); \quad (2)$$

$$U(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} U_x(n) \exp\left(j \frac{2\pi nk}{N}\right), \quad (3)$$

где  $U(k)$  – результаты измерения значений сигналов;  $U_x(n)$  – дискретный аналог;  $n$  – текущее значение числа отсчетов;  $N$  – максимальное значение отсчетов за время реализации сигналов;  $k$  – число отсчетов в частотной области;  $U(k)$  – прямое БПФ;  $U_x(n)$  – обратное БПФ.

Операция 4 – формирование частотных интервалов для аддитивной суммы регистрируемого сигнала и шума измерительного канала и шума измерительного канала при коротком замыкании на входе.

Операция 5 – вычисление энергий в заданных частотных интервалах:

$$E_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N E_{xi}; \quad E_{\xi} = \sum_{i=1}^N E_{\xi i}, \quad (4)$$

где  $E_{\Sigma}$  – энергия суммарного сигнала;  $E_{xi}$  – энергия в заданном частотном интервале суммарного сигнала;  $E_{\xi}$  – энергия шума;  $E_{\xi i}$  – энергия шума в том же заданном частотном интервале.

Операция 6 – для энергии шума определение максимального значения энергии шума в каждом заданном частотном интервале из  $n$ -реализаций.

Операция 7 – вычитание энергии шума в частотных интервалах, где энергия сигнала с шумом больше энергии шума и обнуление энергии в интервалах, где шум превышает энергию сигнала с шумом.

Операция 8 – определение коэффициентов для реализации процедуры восстановления сигнала во временной области.

Коэффициенты определяются как отношение энергии шума в заданном частотном интервале к энергии суммарного сигнала и шума в одном и том же частотном интервале.

Операция 9 – восстановление сигнала путем обратного БПФ (быстрого преобразования Фурье).

Операция 10 – сохранение восстановленного сигнала.

Данная вычислительная процедура правомерна, так как сравнение энергий осуществляется в очень узких частотных диапазонах (например, 10000 интервалов с шириной 0,1 Гц), а также по причине того, что величина шума на данном интервале может составлять основную часть сигнала, то есть измерительный канал в этом частотном диапазоне вносит существенный вклад в суммарный, кроме того на интервале вычисляется интегральная оценка по сумме гармонических составляющих.

В результате экспериментальных исследований разработанного метода получено отношение сигнал/шум, равное 10: при шуме  $\pm 2$  мкВ по пику уровень остаточного шума равен  $\pm 200$  нВ, при шуме  $\pm 1$  мкВ по пику уровень остаточного шума равен  $\pm 100$  нВ.

#### Список литературы

1. Грехов И.С. Разработка и исследование автоматизированной установки для проверки медицинских хлор-серебряных электродов и медицинских нанозлектродов для съема поверхностных биопотенциалов человека: дис. ... канд. техн. наук – Томск. – 2008.
2. Лежнина И.А. Электрокардиограф на нанозлектродов: дис. ... канд. техн. наук – Томск, 2010.
3. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – Киев: Высшая школа, 1983, – 455 с.
4. Патент РФ №2368911. Способ измерения размаха собственных шумов медицинских электродов для съема поверхностных биопотенциалов / Авлеева Д.К., Вылегжанин О.Н., Грехов И.С., Клубович И.А., Рыбалка С.А., Садовников Ю.Г., Якимов Е.В. – Бюл. №28, 2009.

#### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГИПЕРЗВУКОВОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБОЙ АДИАБАТИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

<sup>2</sup>Гилев В.М., <sup>1</sup>Сурудин С.П., <sup>1</sup>Шакиров С.Р.,  
<sup>1</sup>Шевченко Д.О., <sup>2</sup>Шпак С.И.

<sup>1</sup>Конструкторско-технологический институт  
вычислительной техники СО РАН;

<sup>2</sup>Институт теоретической и прикладной механики  
им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск,  
e-mail: gil@itam.nsc.ru

В данной работе представлена создаваемая в ИТПМ СО РАН система управления гиперзвуковой аэродинамической трубой адиабатического сжатия. Рассмотрена архитектура системы, структура её программного обеспечения, показаны основные информационные потоки. Особое внимание уделяется средствам общения пользователя с системой – автоматизированному рабочему месту оператора, а также работе с базами данных.

В Институте теоретической и прикладной механики (ИТПМ) им. С.А. Христиановича СО РАН в настоящее время для проведения научных исследований в области сверх- и гиперзвуковой аэродинамики создается новая экспериментальная установка – гиперзвуковая аэродинамическая труба адиабатического сжатия АТ-304 [1], позволяющая моделировать обтекание перспективных летательных аппаратов, в том числе использующих ГПВРД, вплоть до космических скоростей полета.

Данная аэродинамическая труба является установкой кратковременного действия, что требует в сжатый временной интервал (0,1–0,2 с) проведения эксперимента управления ее различными исполнительными механизмами (клапанами, задвижками, координатниками и т.д.), а также измерения нескольких десятков физических параметров (давления, температуры и т.п.) в различных технологических точках