

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 550.812.14

Гапоненко Сергей Олегович**ВАРИАНТЫ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ПОЛЕЗНОГО
ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА
В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ LABVIEW**

Применяемые в настоящее время программные продукты, предназначенные для записи и обработки виброакустических сигналов, не всегда позволяют реализовать весь спектр необходимых требований работы с полезным сигналом. Известны такие пакеты программ, как LabVIEW, Measurement Studio, LabWindows/CVI, Agilent VEE, среди которых наиболее удобным при построении виртуального прибора для регистрации, обработки и сравнения виброакустических сигналов является программный продукт LabVIEW.

Ключевые слова: виброакустический сигнал, резонансная частота, полезный сигнал, спектр, полый объект.

Gaponenko Sergei Olegovich**OPTIONS FOR REGISTRATION AND ANALYSIS OF WANTED VIBROACOUSTIC
SIGNAL IN LABVIEW SOFTWARE PRODUCT**

The currently available software designed for recording and processing vibroacoustic signals do not always allow meeting the entire range of the requirements for work with wanted signals. The software packages in question include LabVIEW, Measurement Studio, LabWindows/CVI, Agilent VEE, while LabVIEW has proven the most convenient in terms of building a virtual device for registering, processing, and comparing vibroacoustic signals.

Key words: vibroacoustic signal, resonance frequency, wanted signal, range, cavity object.

Повышение энергоэффективности и надежной эксплуатации различных коммуникаций обеспечивается разработкой и внедрением новых более современных способов и приборов определения их местоположения [1].

Способ определения расположения трубопровода. Технический результат достигается тем, что в способе определения расположения трубопровода (рис. 1), по которому перемещают транспортируемую среду и который имеет запорно-регулирующую арматуру (при этом трубопровод размещен в грунте), заключается в том, что в трубопроводе осуществляют генерирование звуковых колебаний с резонансной частотой посредством динамического излучателя 4 и регистрацию сигнала динамического излучателя 4 посредством чувствительного элемента 7, трубопровод 6 освобождают от транспортируемой среды, снимают запорно-регулирующую арматуру, на месте которой устанавливают динамический излучатель 4, над началом трубопровода 6 устанавливают чувствительный элемент 7, посредством динамического излучателя 4 в трубопроводе осуществляют генерирование звуковых колебаний с резонансной частотой, находящейся в диапазоне от 800 до 3100 Гц, производят посредством чувствительного элемента 7 регистрацию резонансной частоты трубопровода в диапазоне от 800 до 3100 Гц, после чего осуществляют поиск трубопровода 6 путем перемещения чувствительного элемента 7 над грунтом в сторону сохранения максимальной амплитуды колебаний грунта на этой резонансной частоте, при этом о расположении трубопровода судят по наличию максимумов амплитуд колебаний грунта на этой резонансной частоте.

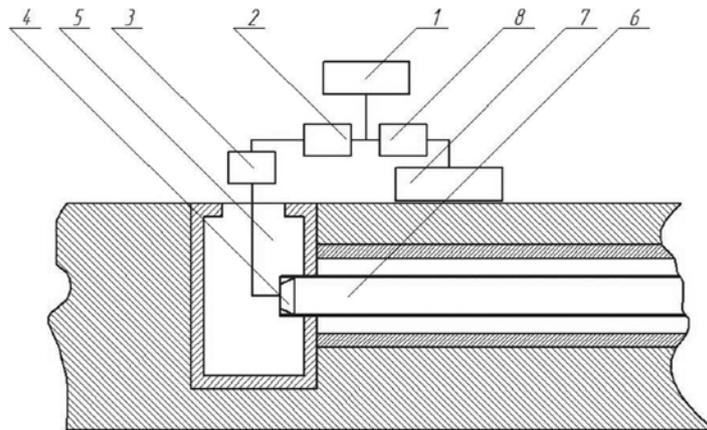


Рис. 1. Устройство, реализующее предлагаемый способ определения расположения трубопровода:
 1 – персональный компьютер, 2 – цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), 3 – усилитель сигнала,
 4 – динамический излучатель, 5 – колодец, 6 – трубопровод, 7 – чувствительный элемент,
 8 – аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

Предлагаемый способ позволяет упростить определение расположения трубопроводов. В связи с тем, что возбуждается резонансная частота искомого объекта, повышается избирательность контроля. Предлагаемый способ обеспечивает высокую достоверность обнаружения как неметаллических, так и металлических трубопроводов [2].

Описание измерительно-диагностической установки. С целью проведения экспериментов на кафедре «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» КГЭУ разработан и изготовлен измерительно-диагностический комплекс (ИДК), предназначенный для определения расположения скрытых полых объектов.

Суть его работы заключается в регистрации двумя чувствительными элементами акустических и вибрационных колебаний, которые совершает искомый объект [3].

Схема ИДК, предназначенного для управления резонансной частотой полового объекта, регистрации, обработки и анализа амплитудно-частотных характеристик показана на рис. 2.

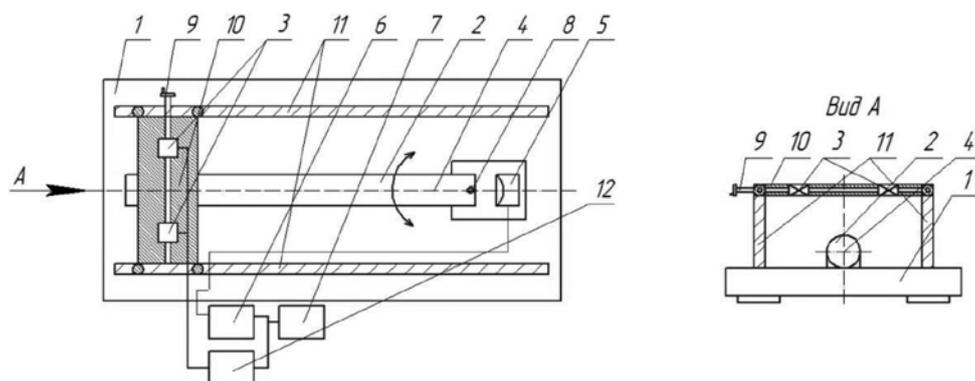


Рис. 2. Измерительно-диагностический комплекс для определения расположения скрытых трубопроводов:
 1 – основание; 2 – исследуемый трубопровод; 3 – чувствительный элемент (микрофон);
 4 – продольная ось исследуемого трубопровода; 5 – акустический излучатель; 6 – цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП); 7 – персональный компьютер (ПК); 8 – шарнирное крепление исследуемого трубопровода к основанию; 9 – устройство перемещения чувствительных элементов; 10 – каретка;
 11 – направляющая каретки; 12 – аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

Принцип работы устройства заключается в регистрации микрофонами 3 акустических сигналов, которые возбуждаются в исследуемом трубопроводе 2 акустическим излучателем 5.

Вдоль продольной оси 4 на конце исследуемого трубопровода 2 устанавливаются акустический излучатель 5. На массивное виброустойчивое основание 1 устанавливают акустический излучатель 5 с исследуемым трубопроводом 2, конец которого шарнирно закреплен на основании 1 при помощи шарнирного крепления 8.

Микрофоны 3, расположенные на каретке 10, устанавливают над исследуемым трубопроводом 2. С помощью специальной программы для компьютера 7 производят поиск резонансной частоты колебания исследуемого трубопровода 2. Преобразование выходного сигнала персонального компьютера 7 в аналоговую форму производится ЦАП 6. После определения и регистрации резонансной частоты исследуемого трубопровода 2, каретку 5 с расположенными на ней микрофонами 3, перемещают по направляющим 11 каретки 5 вдоль продольной оси 4 исследуемого трубопровода 2. Поворот исследуемого трубопровода 2 в горизонтальной плоскости с помощью шарнирного крепления 8 его конца к основанию приводит к разности акустических сигналов, принимаемых микрофонами 3. Регистрируемые микрофонами 3 сигналы через АЦП 12 обрабатываются в персональном компьютере 7.

Таким образом, данное техническое решение позволит проводить лабораторные исследования эффективности поиска трубопроводов различных диаметров и материалов по их резонансной частоте [3].

Для приема виброакустического сигнала в системе применяются микрофоны. Сигналы, воспринимаемые микрофонами, преобразуются из аналогового сигнала в цифровой код в АЦП и анализируются в ПЭВМ.

В качестве программного обеспечения работы ИДК наиболее удобным и универсальным прикладным инструментом является программный продукт LabVIEW.

Реализация программного продукта для предлагаемой или подобных установок производится с помощью унифицированного пакета прикладных программ, которые по своему способу программирования делятся на следующие группы:

- текстовые или текстово-графические (Pascal, Delphi, LabWindows/CVI, Measurement Studio, Visual Basic, Visual C/C++), использующие элементы визуального текстового программирования для создания пользовательского интерфейса приложения и ориентированные в первую очередь на опытных программистов;
- графические объектно ориентированные (InTouch, «Трейс Моуд»), основанные на применении графических образов объектов АСУТП в качестве элементов программирования;
- графические функционально ориентированные (LabVIEW, Lab-VIEW/DSC, Agilent VEE), использующие функционально-логический принцип конструирования (рисования) и графического представления алгоритмов программ [4].

Графические пакеты легко осваиваются не только программистами-профессионалами, но и пользователями, имеющими начальный опыт программирования. С одной стороны, современные графические системы позволяют создавать программы, практически не уступающие по эффективности программам, написанным в текстовых пакетах. С другой стороны, в большинстве случаев графические программы более наглядны, легче модифицируются и отлаживаются, быстрее разрабатываются. Несомненным достоинством графических систем программирования является то, что разработчиком приложения может быть сам постановщик задачи – инженер, технолог.

Среда графического программирования LabVIEW получает все большее распространение в промышленности и образовании, при проведении научных исследований и выполнении проектных работ. Этому способствуют ее несомненные преимущества – высокая производительность при разработке программ, называемых виртуальными приборами (ВП), и широкий набор функциональных возможностей языка и среды программирования [4, 5].

Специфика работы установки и обработки полезного сигнала, записанные для искомого объекта, полученные с помощью пьезодатчиков, предъявляет определенные требования, реализация которых является наиболее оптимальной в программном продукте LabVIEW.

С учетом указанных требований программное обеспечение для ИДК было реализовано на базе LabView 8.5 в следующих исполнениях:

1. Программное обеспечение «Программный комплекс для определения расположения полых объектов по их резонансной частоте» [6].

Эта программа предназначена для определения расположения полых объектов по их резонансной частоте.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- выбор и генерацию резонансной частоты полого объекта;
- поиск и прием генерируемого сигнала;
- преобразование принятого сигнала в реальном времени в спектр.

Блок-диаграмма программы приведена на рис. 3.

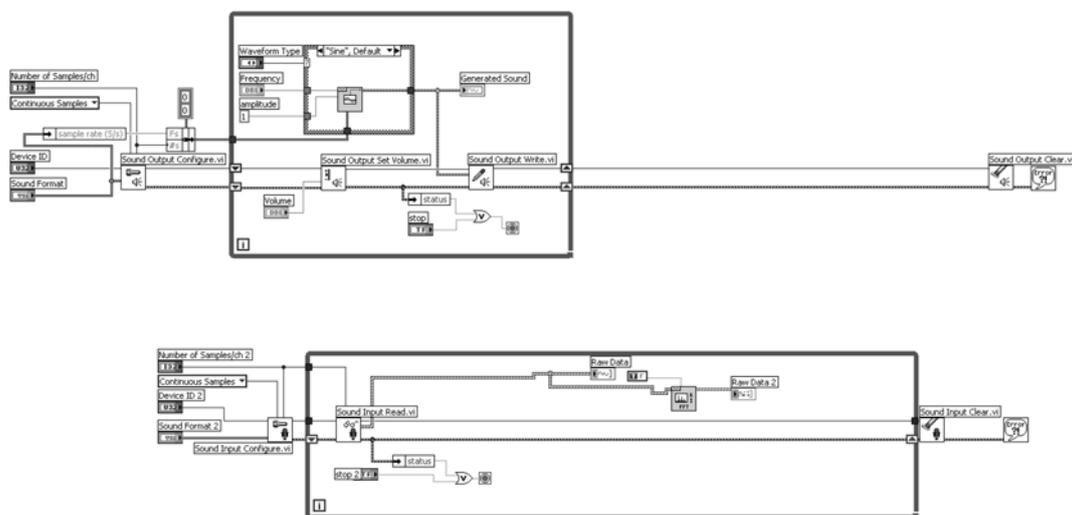


Рис. 3. Блок-диаграмма программы «Программный комплекс для определения расположения полых объектов по их резонансной частоте»

2. Программа «Программный комплекс для обнаружения полых объектов по их резонансной частоте», предназначенная для обнаружения расположения полых объектов по их резонансной частоте [7].

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- выбор и генерацию резонансной частоты полого объекта;
- поиск и прием генерируемого сигнала с двух звуковых карт;
- преобразование принятых сигналов в реальном времени в спектры;
- сравнение принятых сигналов с двух звуковых карт.

Внешний вид и блок-диаграмма программы приведены на рис. 4 и 5.

Эта программа отличается от программы в пункте 1 тем, что реализован алгоритм работы с двумя чувствительными элементами с возможностью сравнения их полезных сигналов.

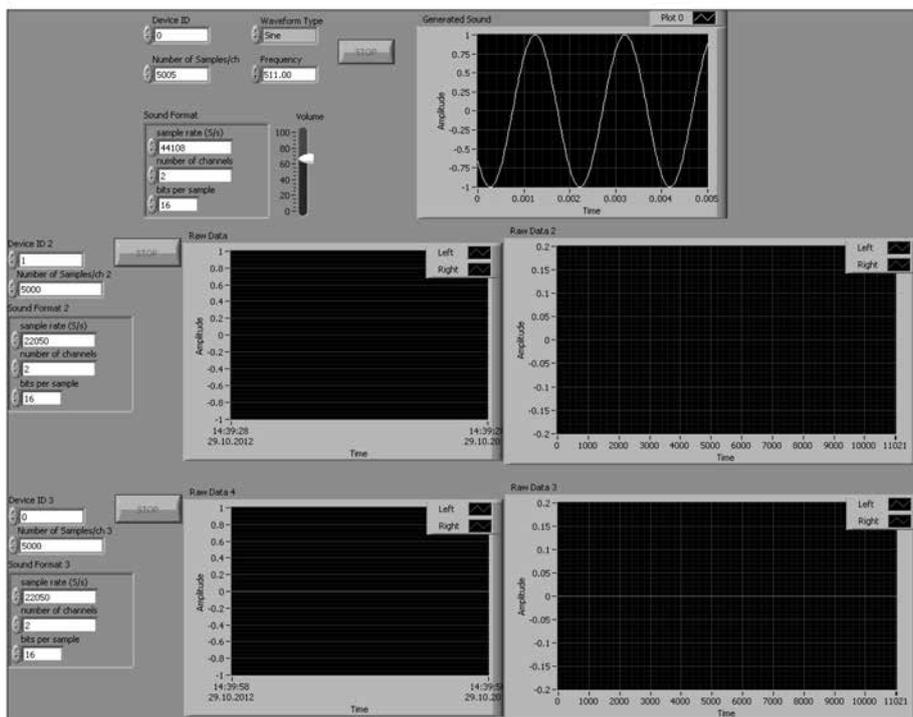


Рис. 4. Внешний вид лицевой панели программы «Программный комплекс для обнаружения полых объектов по их резонансной частоте»

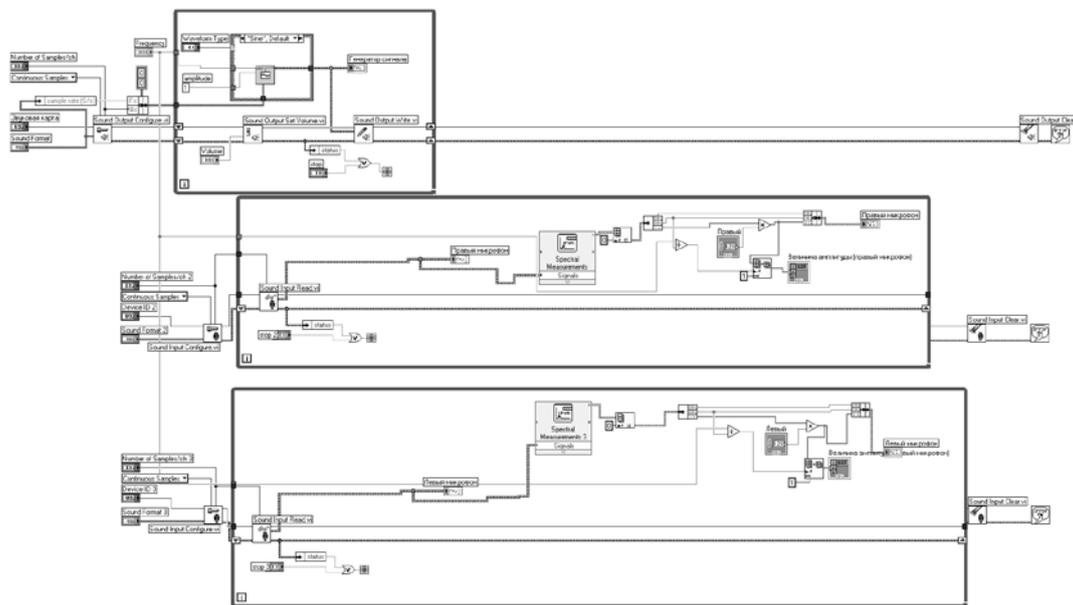


Рис. 5. Блок-диаграмма программы «Программный комплекс для обнаружения полых объектов по их резонансной частоте»

3. Кроме функций, описанных в пунктах 1 и 2, для анализа полученных полезных сигналов возникла необходимость предусмотреть алгоритм построения нормализованного спектра, для чего было разработано программное обеспечение «RESONANCE 2013» [8].

Блок-диаграмма и внешний вид программы приведены на рис. 6 и 7.

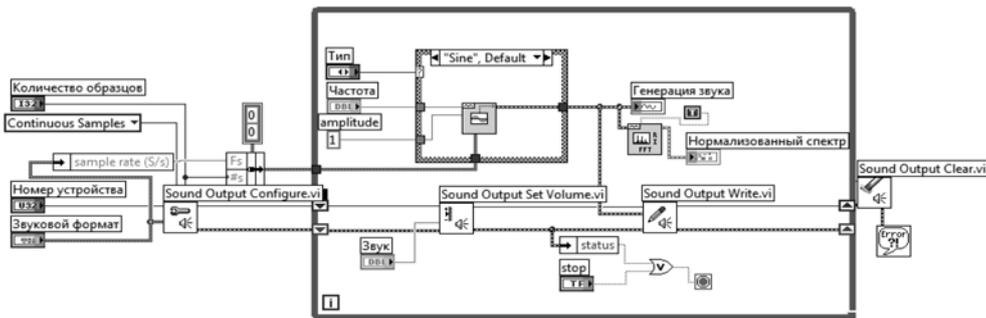


Рис. 6. Блок-диаграмма программы «RESONANCE 2013»

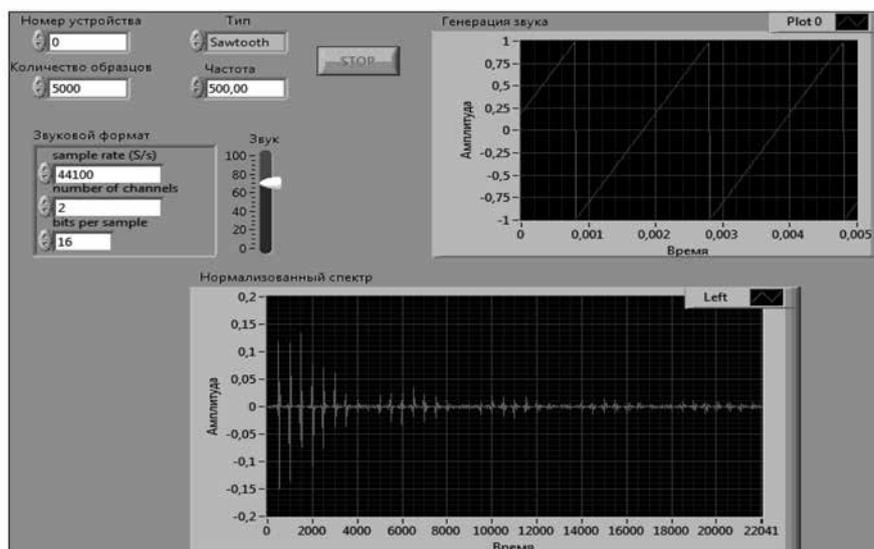


Рис. 7. Внешний вид лицевой панели программы «RESONANCE 2013»

Результаты экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования определения местоположения трубопровода при отклонении его от центральной оси влево и вправо до максимально возможных углов, проводились на измерительно-диагностической установке по схеме, показанной на рис. 8.

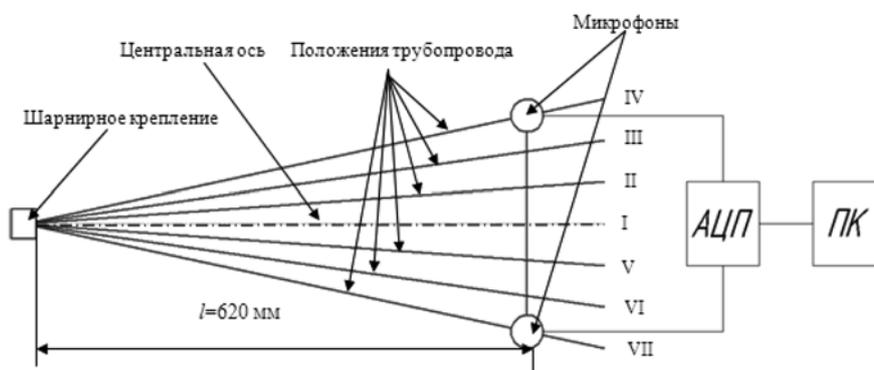


Рис. 8. Схема проведения экспериментальных исследований

Таблица 1

Результаты экспериментов

Положения трубопровода	Сигнал с левого микрофона, мВ,	Сигнал с правого микрофона, мВ,
I	62,29	62,48
II	47,12	83,25
III	29,37	96,59
IV	10,49	121,8
V	81,37	53,39
VI	99,58	29,76
VII	126,37	9,83

Результаты, приведенные в таблице 1, показаны на первых четырех положениях рис. 9 в виде зависимости амплитуды сигнала, принимаемого каждым микрофоном, от расстояния до источника сигнала – исследуемой трубы, где четко прослеживается угол отклонения трубы от центральной оси.

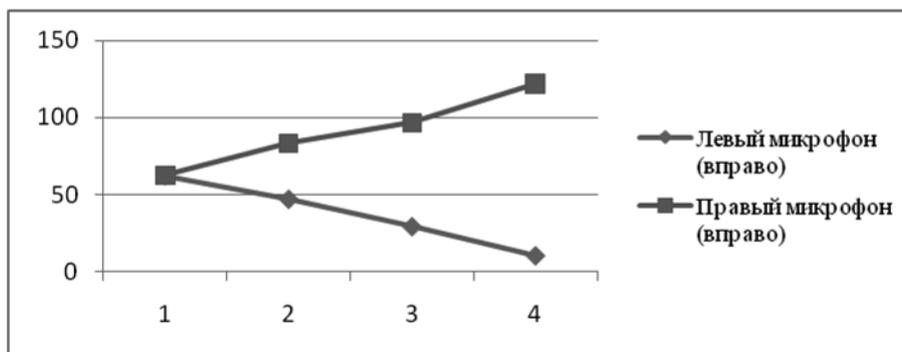


Рис. 9. Зависимость амплитуды сигнала от расстояния до микрофонов.

Таким образом, предварительные результаты, полученные с помощью ИДК и предлагаемого программного обеспечения, показали возможность получения достоверных результатов в виде изменения амплитуды акустических сигналов в зависимости от положения исследуемой трубы.

Литература

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 472 с.
2. Кондратьев А. Е., Загретдинов А. Р., Гапоненко С. О. Способ определения расположения трубопроводов: пат. Рос. Федерация, заявитель и патентообладатель КГЭУ. № 2482515; заявл. 15.12.2011; опубл. 20.05.2013.
3. Кондратьев А. Е., Загретдинов А. Р., Гапоненко С. О., Мутигуллин Р. З. Измерительно-диагностический комплекс для определения расположения скрытых трубопроводов: пат. Рос. Федерация: заявитель и патентообладатель КГЭУ. № 127203; заявл. 06.12.2012; опубл. 20.04.13.
4. Пейч Л. И., Точилин Д. А., Поллак Б. П. LabVIEW для новичков и специалистов. М.: Горячая линия-Телеком, 2004. 268 с.
5. Виноградова Н. А., Листратов Я. И., Свиридов Е. В. Разработка прикладного программного обеспечения в среде LabVIEW: учеб. пособие. М.: Изд-во МЭИ, 2005. 49 с.
6. Кондратьев А. Е., Загретдинов А. Р., Гапоненко С. О. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012661393: Программный комплекс для определения расположения полых объектов по их резонансной частоте / Заявка № 2012619257, 2012.
7. Кондратьев А. Е., Загретдинов А. Р., Гапоненко С. О. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013610546: Программный комплекс для обнаружения полых объектов по их резонансной частоте / Заявка № 2012660385, 2012.
8. Кондратьев А. Е., Загретдинов А. Р., Гапоненко С. О., Сафина С. Д. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013661788: RESONANCE 2013 / Заявка № 2013619421, 2013.

УДК 004.032.26

Лагунов Никита Алексеевич, Мезенцева Оксана Станиславовна

АНАЛИЗ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ОТ ПАРАМЕТРОВ ОБУЧАЮЩИХ ВЫБОРОК

В статье анализируются результаты экспериментальных исследований влияния основных параметров обучающих выборок на обобщающую способность и качество распознавания нейронной сети, даются рекомендации по эффективному составлению больших обучающих выборок, содержащих графические образы категорий объектов.

Ключевые слова: *нейронные сети, обучающие выборки, распознавание, обработка изображений, обучение.*

Lagunov Nikita Alekseyevich, Mezentseva Oksana Stanislavovna

ANALYSIS AND EXPERIMENTAL RESEARCH OF DEPENDENCE BETWEEN NEURAL NETWORKS TRAINING AND TRAINING PARAMETERS SELECTION

The article offers an analysis of the results obtained from experimental research into the impact that the major parameters in training selection have on the general training capacity and recognition capacity in neural networks; there are also some recommendations offered regarding efficient development of large training selections containing graphic images of object categories.

Key words: *neural networks, training selections, recognition, image processing, training.*

Описание задачи и анализ подходов к ее решению. Распознавание визуальных образов является задачей, имеющей невероятную вычислительную сложность, поскольку каждый объект, находящийся в реальном мире, может отражаться на сетчатке глаза и формировать бесконечное число двумерных изображений в зависимости от своего расположения в пространстве, позиции относительно наблюдателя, освещения, заднего фона и т. д.