

**ИННОВАЦИОННЫЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Сборник трудов  
XIII Международной научно-практической конференции



1 – 10 октября 2016 года  
Россия, г. Сочи

УДК 681.3 + 681.5  
И 66

И 66      Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции. / под ред. С.У.Увайсов – Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского, 2016, 640с.

ISSN 2500-1248

Представлены материалы тринадцатой Международной научно-практической конференции. Сборник отражает современное состояние инноватики в образовании, науке, промышленности, социально-экономической сфере и медицине с позиций внедрения новейших информационных и коммуникационных технологий.

Представляет интерес для широкого круга специалистов в области современных информационных и коммуникационных технологий, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, связанных с инновационной деятельностью.

**Редакционная коллегия:**

Абрамов О.В., Авакян А.А., Авдеюк О.А., Аверченков В.И., Витязев В.В., Воробьев Г.А., Вуйцик В., Галкин В.А., Горбунов А.П., Иванов И.А.(отв. ред.), Камаев В.А., Каперко А.Ф., Карминская Т.Д., Каштанов В.А., Кечиев Л.Н., Климов К.Н., Кофанов Ю.Н., Кравец А.Г., Кудж С.А., Кулагин В.П., Кунбутаев Л.М., Львов Б.Г., Мещеряков Р.В., Минзов А.С., Нефедов В.И., Пономарев Л.И., Пожидаев Е.Д., Роберт И.В., Романенко Ю.А., Саенко В.С., Стукач О.В., Увайсов С.У.(гл. ред.), Халютин С.П., Черемисина Е.Н., Шелупанов А.А., Юрков Н.К.

ISSN 2500-1248

© Оргкомитет конференции ИНФО-2016

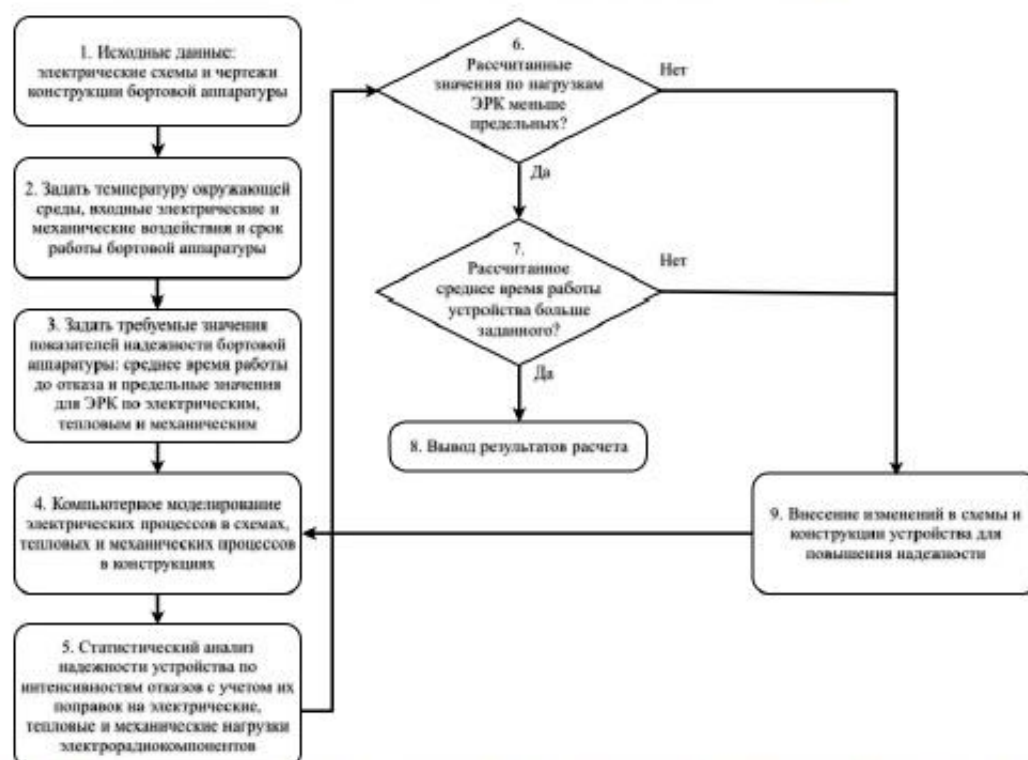


Рисунок 1 – Метод повышения надежности бортовой аппаратуры с помощью теплового моделирования.

#### Заключение

Предложенная методика, по сравнению с методикой стандарта [2], позволяет учитывать при прогнозировании показателей надежности реальные режимы и условия функционирования ЭРК, что позволяет не только повысить точность моделирования, но и выявить элементы, наиболее подверженные перегрузкам и принять конструктивные решения до выпуска аппаратуры. Кроме того, методика может быть использована для повышения надежности других электронных устройств.

Дальнейшему повышению надежности печатных узлов бортовой аппаратуры будет содействовать облегчение электрических, тепловых и механических нагрузок ЭРК (повышение запасов по нагрузкам).

#### Литература

1. Кофанов Ю. Н. Моделирование тепловых процессов в конструкциях электронных средств. / Сотникова С.Ю., Субботин С.А. М.: Энергоатомиздат, 2015.
2. ОСТ 4Г 0.012.242-84 Аппаратура радиоэлектронная. Методика расчёта показателей надёжности.

#### ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

Юрин А.И., Злодеев Г.Ю.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
8(495) 772-95-90\*15213, ayurin@hse.ru

Статья посвящена вопросам бесконтактного измерения параметров вибрации машин и механизмов с помощью волоконно-оптического преобразователя, работающего в составе интеллектуальной измерительной системы. Приведено описание разработанной измерительной системы, позволяющей измерять параметры гармонической вибрации и коррекцию погрешностей с помощью специальных алгоритмов.

Ключевые слова: бесконтактные измерения, виброметрия, волоконно-оптический датчик, LabVIEW.

Measuring system for control of vibration parameters. Yurin A.I., Zlodeev G.Yu., National Research University Higher School of Economics.

The paper is devoted to non-contact measurement of machine vibration parameters using fiber-optic transducer operating as a part of intellectual measuring system. The description of the developed measurement system allows to measure parameters of a harmonic vibration and correcting inaccuracies using special algorithms.

Keywords: non-contact measurements, vibrometry, fiber-optical sensor, LabVIEW.

#### Введение

Измерение параметров вибрации имеет большое значение в промышленности, в частности, при вибрационной диагностике технического состояния и исправности машин и механизмов. Для измерения параметров вибрации, как правило, используют акселерометры, которые необходимо закрепить на неподвижной части машин и механизмов. В связи с этим, измерить вибрацию движущихся элементов бывает затруднительно. Кроме того, для оценки виброперемещения нужно дважды интегрировать сигнал, что приводит к росту погрешностей. Акселерометры бывают подвержены влиянию внешних магнитных полей, температуры и т.д., что также приводит к появлению дополнительных погрешностей. Поэтому использование преобразователей на основе волоконной оптики [1], устойчивых к внешним воздействиям, существенно расширяет возможности контроля вибраций машин и является актуальной задачей. В работах [2] и [3] приведены примеры реализации волоконно-оптических преобразователей (ВОП) виброускорений. Но на основе ВОП можно реализовать бесконтактный метод измерений, который обладает несомненными достоинствами [4], [5]. Сущность методики измерений состоит в регистрации светового потока, отраженного от объекта. Если объект при этом вибрирует, отраженный световой поток будет пульсирующим. Выделив переменную составляющую этих пульсаций, можно определить частоту  $f$  и амплитуду  $A$  виброперемещения.

#### Постановка проблемы

Опико-физические и геометрические свойства объекта контроля оказывает ключевое влияние на погрешность бесконтактных ВОП, поскольку интенсивность отраженного потока излучения напрямую зависит от коэффициента отражения, шероховатости поверхности и т.д. Внешняя засветка объекта также вносит свой вклад в погрешность измерений. В настоящее время уменьшить влияние подобных факторов можно с помощью программной адаптации функции преобразования ВОП с помощью специальных алгоритмов коррекции погрешностей [6], [7].

Для измерения параметров вибрации и коррекции погрешностей была разработана измерительная система (ИС) на основе ВОП и персонального компьютера, снабженного специализированной платой сбора данных производства National Instruments (США). Прикладное программное обеспечение для данной ИС было разработано в среде графического программирования LabVIEW (рис. 1).

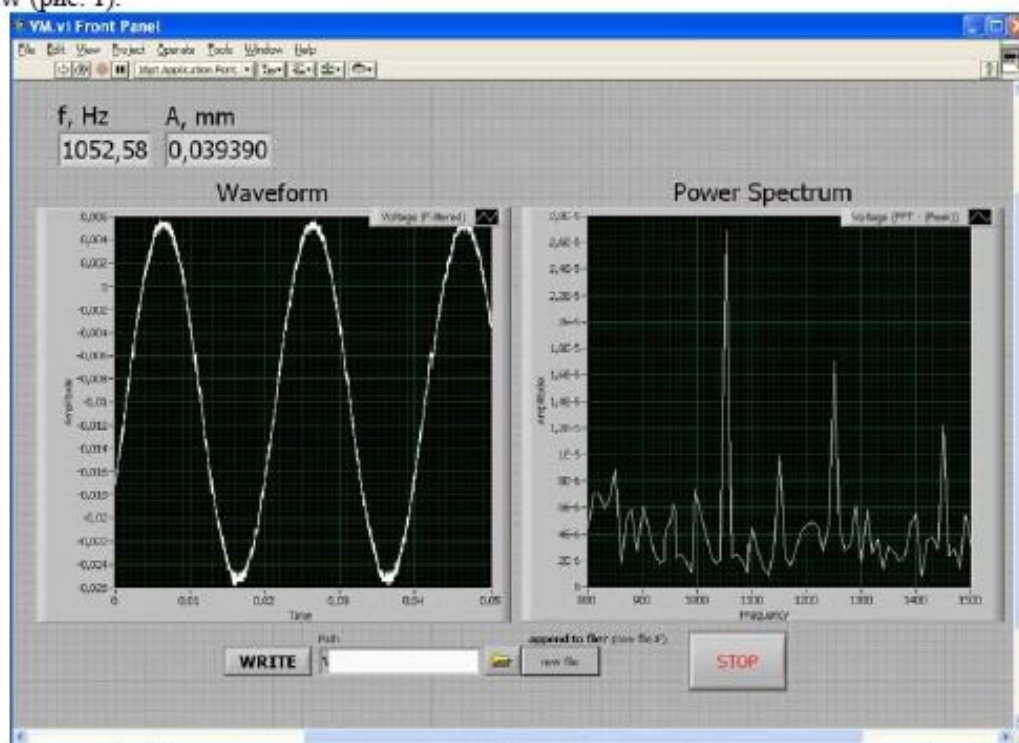


Рисунок 1 – Передняя панель разработанной измерительной системы на основе LabVIEW

ИС позволяет корректировать погрешности, вызванные различной шероховатостью и отражающей способностью поверхности объекта контроля благодаря специальным алгоритмам обработки информационного сигнала. В частности, погрешность измерений, вызванную различными отражающими свойствами поверхности и неточностью позиционирования объекта можно скорректировать введением в расчеты поправочного коэффициента  $k$ :

$$k = U_{\max 0} / U_{\max},$$

где  $U_{\max 0}$  – номинальное значение напряжения в точке максимума функции преобразования;  
 $U_{\max}$  – максимальное значение постоянной составляющей информационного сигнала, полученное в процессе приближения торца световода к объекту.

#### Заключение

Разработанная ИС позволяет производить бесконтактные измерения амплитуд виброперемещения, виброскорости и виброускорения и частоты гармонической вибрации объектов независимо от коэффициента отражения, шероховатости и неточности позиционирования вибрирующей поверхности. Подобные измерительные системы могут быть использованы для контроля вибрации узлов механизмов, вибродиагностики и контроля состояния оборудования и т.д.

#### Литература

1. Дмитриев А.В., Красивская М.И., Юрин А.И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.
2. Дмитриев А.В., Юрин А.И., Красивская М.И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.
3. Дмитриев А.В., Юрин А.И., Злодеев Г.Ю. Волоконно-оптический акселерометр // Датчики и системы. 2015. № 3. с. 33-35.
4. Злодеев Г. Ю., Юрин А. И., Красивская М. И., Дмитриев А. В. Измерительная система с волоконно-оптическими датчиками // В кн.: Компьютерные измерительные технологии: Материалы I Международного симпозиума / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С.У. Увайсов; науч. ред.: А. Н. Тихонов. М.: ДМК Пресс, 2015. с. 66-70.
5. Юрин А.И., Злодеев Г.Ю. Измерение параметров вибрации с помощью бесконтактного волоконно-оптического датчика // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции (2015) / Отв. ред.: И.А. Иванов; под общ. ред.: С.У. Увайсов; науч. ред.: А.Н. Тихонов. М.: НИУ ВШЭ, 2015. С. 487-488.
6. Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. № 12. P. 1323-1326
7. Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

### ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКНАХ ПРИ ПОЛНОМ ВЕКТОРНО-МАТРИЧНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЭЛЛИПСОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАМАНОВСКИХ СПЕКТРОВ

Емельянов В.М., Добровольская Т.А., Емельянов В.В., Бутов К.В.  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»  
+7 (904) 523-20-45, [emelianov@nm.ru](mailto:emelianov@nm.ru)

Приведены результаты полного векторно-матричного моделирования определения вероятности пересечения эллипсов распределения с оценкой повышения чувствительности до 9174 при распознавании наночастиц коллоидного серебра на волокнах полиэфира по решению системы уравнений с многомерными корреляционными составляющими рамановских поляризационных спектров. Предложена методика повышения чувствительности идентификации наночастиц серебра на полиэфирных волокнах с учетом продольной и поперечной поляризации лазерного излучения по всему диапазону спектра с анализом 9 взаимно коррелированных основных пиков.

Ключевые слова: векторно-матричное моделирование, полиэфирное волокно, наночастицы коллоидного серебра, рамановские спектры, поляризационные характеристики рамановской спектроскопии, многомерные корреляционные составляющие рамановских спектров, достоверность распознавания, вероятность пересечения разбросов нормальных двумерных распределений, чувствительность идентификации наночастиц.

Юрин А.И., Злодеев Г.Ю. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ .....	245
Емельянов В.М., Добровольская Т.А., Емельянов В.В., Бутов К.В. ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКНАХ ПРИ ПОЛНОМ ВЕКТОРНО-МАТРИЧНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЭЛЛИПСОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАМАНОВСКИХ СПЕКТРОВ.....	247
Иванов Е.Б., Колосков В.Л., Павлов И.Ю. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ	250
Касаев Б.С., Разаков А.А. К ВОПРОСУ ИНВЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОРПОРАЦИИ.....	253
Казakov К.В., Калачев А.А., Краснов А.Е., Никольский Д.Н., Шевелев С.А. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЕЙ РАЗЛИЧЕНИЯ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ СИЛЬНЫХ ПОМЕХ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ И НЕЙРОСЕТЕВОЙ ТЕХНОЛОГИЙ .....	257
Киров А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАКАЗЧИКА.....	260
Кисель Н.Н., Лазарева Е.В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОДИАПАЗОННОЙ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ.....	262
Абышев Н.А., Васильев М.А., Ключников А.В., Криковцов Д.А., Терехова С.А., Цыгуева Л.Д. АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОМЕТРИИ МАСС ЛЕТАЮЩЕЙ МОДЕЛИ НА СТЕНДЕ, РЕАЛИЗУЮЩЕМ МЕТОД АСТАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА .....	265
Колесникова С.И., Егоров С.А. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА .....	268
Кофанов Ю.Н., Сотникова С.Ю. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ.....	271
Кокин Н.Н. УЧЕТ ДИССИПАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	273
Кравченко В.А., Чимитов Д.Н. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ ПРОГРАММ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРАММАТИК.....	275
Калачев А.А., Краснов А.Е., Надеждин Е.Н., Никольский Д.Н., Репин Д.Н. ГЕТЕРОГЕННАЯ МНОГОСВЯЗНАЯ СЕТЬ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	277
Кропотов Ю.А., Белов А.А., Проскуряков А.Ю., Холкина Н.Е. МОДЕЛЬ ПОМЕХИ С МЕДЛЕННО ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПАРАМЕТРАМИ В СИСТЕМАХ ОБМЕНА АКУСТИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ .....	280
Кропотов Ю.А., Колпаков А.А., Белов А.А., Проскуряков А.Ю. МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДИСКРЕТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ.....	283
Лисова Е.А. ФОРМИРОВАНИЕ НОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ФОРМАТА В ПОДГОТОВКЕ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА .....	286

**ИННОВАЦИОННЫЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Сборник трудов  
XIII Международной научно-практической конференции**

Гл. ред. С.У.Увайсов  
Отв. ред. И.А.Иванов

Печатается в авторской редакции

Компьютерная верстка: Д.С.Панасик,  
С.С.Увайсова,  
А.С.Увайсова  
Дизайн И.А.Иванов

Подписано в печать 09.09.2016.  
Формат 60×84/8. Бумага «Pioneer»  
Усл. печ. л. 74,4 Тираж 500 экз. Заказ 90

Подготовлено к изданию  
Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Жуковского  
г. Москва, 4-я, ул. 8 Марта, 6А.  
nasledie-vvia.ru

Отпечатано в типографии НИУ ВШЭ  
Москва, Кочновский проезд, 3  
hse.ru