

Акционерное общество
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
СПЕЦИАЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»

(АО «ЦНИИСМ»)

ул.Заводская, д. 34, г.Хотьково, Сергиево-Посадский г.о.,
Московская обл., 141371
тел.8-495-993-00-11, факс 8-496-543-82-94
e-mail: tsniism@tsniism.ru
http://www.tsniism.ru
ИНН/КПП 5042003203/ 504201001

№ _____
На № _____ от _____
Отзыв ведущей организации

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора Акционерного общества
«Центральный научно-исследовательский
институт специального машиностроения»



А.Н. Пичугин
«24» _____ 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Буянова Сергея Игоревича
«Автоматизированная система исследований и настройки параметров
акустических анемометров и спирометров»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами» (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Буянова С.И. посвящена разработке системы
автоматизированного исследования процессов, возникающих при
распространении акустических колебаний внутри волновода-воздуховода.
Одной из ключевых задач работы является устранение временного

наложения распространяющихся акустических сигналов — мод, возникающего при их совместном распространении. Для решения данной задачи автором предложен новый импульсный метод измерения, позволяющий исследовать модовый состав акустического сигнала и оценивать возможность его разделения во времени.

Для теоретического обоснования предложенного метода и исследования процессов, возникающих при импульсном излучении, автором разработана математическая модель модового распространения акустического сигнала в волноводе-воздуховоде. На основе разработанной модели создана автоматизированная система исследования, обеспечивающая возможность моделирования, экспериментального исследования и анализа распространения акустических сигналов при различных условиях. Полученные с помощью системы результаты позволяют экспериментально подтвердить обоснованность принятых в работе предположений и модельных допущений.

Полученные результаты имеют существенное научное и практическое значение, поскольку позволяют получить детальное представление о характере распространения акустического сигнала внутри анемометрического канала, а также определить параметры, необходимые для реализации предложенного способа измерения. Особого внимания заслуживает значительный объём экспериментальных исследований, проведённых в широком диапазоне возможных режимов и состояний исследуемой системы. Это повышает достоверность полученных результатов и позволяет оценить применимость разработанного подхода в различных условиях.

Проведённые исследования показывают, что предварительная оценка условий распространения и модового состава акустического сигнала является необходимым этапом при разработке подобных устройств. Без такой оценки невозможно обоснованно определить возможность формирования и последующей обработки требуемого информационного сигнала.

Таким образом, разработанные математические и программно-технические средства образуют единый комплекс для исследования, моделирования и экспериментальной оценки процессов распространения акустических сигналов в волноводе-воздуховоде, что определяет практическую ценность результатов работы для задач проектирования и совершенствования акустических анемометров и спирометров.

Научная новизна работы

В диссертационной работе получены следующие новые результаты,

имеющие значение для развития методов автоматизации и управления технологическими процессами, а именно:

- 1) Предложен и обоснован импульсный способ обработки акустического сигнала применительно к акустическому тракту анемометра и спирометра. Предложенный способ позволяет исключить влияние наложения дополнительных сигналов на результаты измерений и тем самым повысить достоверность обработки измерительной информации (разделы 2.1, 2.2, 2.3).
- 2) Разработана математическая модель импульсного метода измерения акустического анемометра, учитывающая изменение параметров измеряемой среды. Разработанная модель позволяет исследовать и моделировать процессы распространения акустического сигнала внутри анемометрического канала при различных условиях эксплуатации и параметрах измеряемой среды (разделы 2.3, 2.4, 2.5).
- 3) Разработано программно-алгоритмическое обеспечение для расчёта и настройки параметров акустических анемометров, позволяющее автоматизировать проведение исследований и подбор параметров измерительного тракта (раздел 3). Использование разработанного программного обеспечения создаёт возможность проектирования и настройки акустических измерительных устройств для различных условий применения (раздел 4).
- 4) Новизна полученных результатов подтверждена публикационной активностью соискателя: результаты работы опубликованы в 9 статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и в 2 статьях в изданиях, индексируемых в международной библиографической базе данных Scopus. Дополнительным подтверждением практической и научной значимости проведённых исследований являются награды соискателя за участие во всероссийских и международных конкурсах.

Практическая значимость работы

Практическая ценность диссертационной работы заключается в следующем:

- разработан импульсный метод измерения акустических колебаний в волноводе-воздуховоде, обеспечивающий временное разделение модовых составляющих принимаемого сигнала, что позволило повысить точность измерения параметров газовоздушных потоков;
- разработана математическая модель распространения акустических колебаний в волноводе-воздуховоде при импульсном режиме измерения, предназначенная для использования в программно-алгоритмическом

- обеспечении автоматизированной системы исследования и настройки параметров акустических анемометров и спирометров;
- разработан аппаратно-программный комплекс для автоматизированного исследования и настройки параметров акустических анемометров и спирометров, учитывающий совокупность факторов, влияющих на процесс измерения, включая геометрические параметры измерительного тракта, метрологические характеристики и параметры измеряемой среды.

Разработанные метод, математическая модель и аппаратно-программный комплекс позволяют автоматизировать процессы исследования, расчёта и настройки акустических измерительных устройств и могут быть использованы при их проектировании и совершенствовании.

Достоверность

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

- Подтверждением теоретических зависимостей распространения акустического сигнала в волноводе-воздуховоде результатами экспериментов.
- Метрологическими испытаниями приборов во ФГУП «ВНИИМ им. Менделеева».
- Наличием акта о внедрении аппаратно-программного комплекса, для проектирования анемометров серии АПА-1;
- Наличием свидетельства об утверждении типа средств измерений:
 - RU.C.28.001.A № 45849 на анемометры портативные акустические АПА-1;
 - RU.C.28.001.A № 49696 на установку аэродинамическую А-02;
 - RU.C.29.001.A № 38384 на преобразователь расхода акустический «Спиросенс»;
- Наличием патента на изобретение на «Способ измерения расхода потока и устройство для его осуществления».

Оценка структуры и содержание работы

Избранная соискателем тема диссертации, содержание её исследований, теоретических и практических результатов представляются соответствующими пунктам 2, 4, 8, 16, 18 специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (технические науки):

п.2. Автоматизация контроля и испытаний.

п.4. Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами.

п.8. Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления и их цифровых двойников.

п.16. Средства и методы проектирования и разработки технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ.

п.18. Разработка автоматизированных систем научных исследований.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы. В работе представлен обзор альтернативных методов измерения скоростей воздушных потоков, рассмотрены математические модели прототипа, работающего в непрерывном режиме излучения, и предложенного импульсного способа измерения, описаны разработка автоматизированной системы научных исследований (АСНИ) и результаты проведённых с её помощью исследований. Объём диссертации составляет 129 страниц, работа содержит 67 рисунков, список использованной литературы включает 102 источника. Содержание и структура диссертации логически взаимосвязаны и соответствуют поставленной цели и задачам исследования.

Во введении проведён сравнительный анализ существующих приборов и методов анемометрического контроля, обоснована актуальность исследования, сформулированы его цель и задачи, определены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе представлен анализ современного состояния в области анемометрии, рассмотрены преимущества и недостатки существующих методов измерения скорости воздушных потоков. Обоснован выбор акустического метода измерения в качестве основы для дальнейших исследований. Литературный обзор выполнен достаточно полно и позволяет оценить современное состояние рассматриваемой научно-технической области. Рассмотрены известные подходы к решению поставленной задачи, аналогичные технические решения, а также выбранный прототип, положенный в основу дальнейшей разработки.

Во второй главе, посвящённой разработке математической модели для автоматизированной системы научных исследований акустических анемометров, работающих в импульсном режиме, приведено описание математической модели прототипа, функционирующего в непрерывном режиме излучения. На её основе выполнены адаптация и развитие модели применительно к предложенному импульсному способу измерения.

В третьей главе рассмотрены вопросы разработки автоматизированной системы научных исследований. Описана её структура и основные функциональные блоки, включая акустические приёмник и излучатель, а также анемометрический канал. Представлены основные принципы взаимодействия отдельных элементов системы и организации процесса проведения исследований.

В четвёртой главе представлены результаты исследований, выполненных с использованием разработанной автоматизированной системы. Рассмотрены примеры проведения исследований и настройки параметров акустических анемометров при различных условиях.

В пятой главе представлена практическая реализация алгоритма импульсного способа измерения и исследования модового распространения акустического сигнала внутри волновода-воздуховода. Приведены результаты экспериментальной оценки предложенного метода и выполнен анализ его погрешности.

Представленные диссертация и автореферат позволяют достаточно полно оценить объём, содержание и сложность выполненного исследования. Автореферат в целом отражает основное содержание диссертации. Основные научные результаты, положения и выводы работы нашли отражение в опубликованных соискателем научных трудах и соответствуют содержанию диссертационной работы.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать при разработке, исследовании и совершенствовании акустических измерительных систем, предназначенных для определения параметров газоздушных потоков. Разработанный импульсный метод измерения, математическая модель распространения акустических колебаний и созданный аппаратно-программный комплекс могут быть применены для проектирования и настройки акустических анемометров и спирометров, а также для предварительной оценки возможности реализации требуемого режима измерения в конкретных условиях.

Разработанную математическую модель целесообразно использовать в качестве инструмента предварительного моделирования и исследования распространения акустических сигналов в волноводах-воздуховодах с учётом геометрических параметров измерительного канала и характеристик измеряемой среды. Это позволяет обосновывать выбор параметров акустического тракта до проведения экспериментальных исследований и

сокращать объём натурных испытаний.

Аппаратно-программный комплекс рекомендуется использовать в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, связанных с разработкой и настройкой акустических средств измерения, а также при проведении экспериментальных исследований процессов распространения акустических колебаний в ограниченных каналах.

Замечания по работе:

По содержанию диссертационной работы Буянова С.И. можно сделать следующие замечания:

- Недостаточно исследованы динамические характеристики замкнутого информационно-управляющего контура. В работе отмечается необходимость обеспечения заданной дискретности измерения и ограничения максимальной скорости изменения измеряемого потока, однако отсутствует подробный анализ динамических свойств всей системы «объект – измерительный канал – алгоритм обработки – управляющая система». Представляется целесообразным оценить время реакции системы и устойчивость качества измерения при быстром изменении скорости потока.

- Недостаточно полно рассмотрены вопросы устойчивости работы автоматизированной системы при изменении внешних и внутренних параметров объекта исследования. В работе отмечается влияние температуры, состава среды, геометрических параметров канала и характеристик пьезоэлектрических преобразователей, однако не приведены результаты оценки эффективности автоматической настройки при комплексном изменении указанных факторов. Более детальное исследование данного вопроса позволило бы повысить обоснованность предложенных алгоритмов автоматизации и управления.

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Заключение

Диссертационная работа, представленная к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (технические науки) представляет собой законченное исследование, в котором получены новые результаты в области автоматизации процесса исследования и настройки параметров акустических анемометров и спирометров.

Содержание автореферата полностью соответствует тексту

диссертации.

Таким образом, по актуальности и объему выполненных исследований, научной новизне, достоверности и практической значимости полученных результатов и выводов, опубликованных автором работ можно сделать следующий вывод: диссертационная работа Буянова Сергея Игоревича на тему «Автоматизированная система исследований и настройки параметров акустических анемометров и спирометров» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней, действующего в НИТУ МИСИС», а ее автор Буянов Сергей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании секции № 3 Научно-технического совета АО «ЦНИИСМ» «23» «09» 2026г. Протокол № 09-2026.

Присутствовали на заседании 6 человек. Результаты голосования: «за» - 6, «против» - нет, «воздержался» - нет.

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук



Будадин О.Н.

Подпись д.т.н. Будадина Олега Николаевича заверяю.

Начальник группы управления делами АО «ЦНИИ специального машиностроения»



Г.В. Краснова

2026г.

Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения» (АО «ЦНИИСМ»),
141371, Московская область, г.о. Сергиево-посадский, г. Хотьково, ул. Заводская, д. 34,
тел.+7 (495) 993-00-11,
адрес официального сайта: <https://tsniism.ru>