

О Т З Ы В

официального оппонента Ясовеева Васи́ха Хама́товича,
заведующего кафедрой «Информационно-измерительная техника» ФГБОУ ВПО
«Уфимский государственный авиационный технический университет», доктора
технических наук, профессора на диссертационную работу Бушуева Олега
Юрьевича на тему «Компьютерное моделирование преобразователей давления
и численные методы для оценки их технического состояния», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Бушуева Олега Юрьевича посвящена компьютерному моделированию дефектов конструкции преобразователей давления и разработке численного метода оценки изменения технического состояния преобразователей на основе анализа их выходного сигнала. Разработка методов диагностики технического состояния преобразователей давления является актуальной задачей, решение которой позволит повысить надежность датчиков и сделать процесс их обслуживания более экономичным и безопасным.

Несмотря на то, что с конца 80-х годов XX века были разработаны основополагающие подходы к решению задач обнаружения и диагностики неисправностей приборов и систем, а также методы реализации метрологического самоконтроля, до настоящего времени практически отсутствуют реальные образцы датчиков давления, обладающие функцией метрологического самоконтроля и/или самодиагностики. Следовательно, по-прежнему **актуальным** является поиск принципов и способов реализации

данной функции в датчиках давления, серийно выпускаемых для нужд промышленности.

В работе Бушуева О.Ю. предложен оригинальный подход к решению задачи диагностики технического состояния датчиков давления – путем анализа параметров их амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), которые рассматриваются в качестве признаков появления различных неисправностей. Для достижения цели исследования разработана система моделирования преобразователей давления, проведены расчеты их амплитудно-частотной характеристики, разработан численный метод оценки частот в выходном сигнале преобразователя и проведены натурные эксперименты для оценки адекватности модели и эффективности предложенного численного метода.

2. Краткое содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и пяти приложений. Работа изложена на 172 страницах, список литературы содержит 164 наименования.

Во введении обосновывается актуальность работы, сформулированы цель, задачи и основные характеристики исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современных подходов к оценке технического состояния преобразователей давления, исследованы основные источники погрешности и причины выхода из строя преобразователей давления, раскрыт основной подход данной работы к решению задачи диагностики технического состояния на основе оценки параметров частотной характеристики датчика.

Во второй главе описано компьютерное моделирование преобразователей давления. Дано описание разработанной системы компьютерного

моделирования, приведены оценки частот собственных колебаний конструкции преобразователя давления и результаты компьютерного моделирования дефектов конструкции преобразователя с целью выявления их влияния на частоты преобразователя. Показана применимость разработанной системы компьютерного моделирования и в других областях.

В третьей главе приведено описание численного метода оценки частот в выходном сигнале преобразователя давления и комплекса программ. Приведены результаты вычислительного эксперимента, позволяющие подтвердить эффективность предложенного численного метода для оценки частот в условиях низкого отношения сигнал/шум.

В четвертой главе проводится оценка адекватности модели и разработанного численного метода на основе данных натурального эксперимента. Приведены результаты, подтверждающие эффективность метода для оценки частот реальных сигналов.

В заключении приведены основные результаты и выводы по работе и указаны направления дальнейшего развития исследований.

3. Оценка степени новизны результатов диссертации

В диссертационной работе автором получены новые научные результаты:

1. Разработана система компьютерного моделирования преобразователей давления, позволяющая исследовать зависимость собственных частот преобразователя от состояния его конструкции.
2. Получены количественные оценки ожидаемого относительного изменения значений частот вследствие различных дефектов.
3. Численный метод для оценки частот в выходном сигнале преобразователя давления, позволяющий оценивать частоты с погрешностью от 0,1% до 0,5% в сигнале с низким отношением сигнал/шум (5...10 дБ).

4. Аналитическая формула для определения оптимальной частоты дискретизации сигнала.

5. Оригинальный комплекс программ для регистрации и обработки выходного сигнала преобразователя давления, реализующий разработанные численные методы и алгоритмы, отличающийся тем, что позволяет автоматизировать исследование АЧХ преобразователей и оценивать частоты в сигнале с относительной погрешностью менее 0,5%.

4. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Результаты и выводы работы, ее основные научные положения являются **обоснованными**, что обеспечивается корректным использованием математических методов, проведенными теоретическими выкладками и численными расчетами. Основные положения сформулированы ясно, приведены необходимые формулы, представлен вывод формул там, где это необходимо.

Достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, представленных в диссертации Бушуева О.Ю. подтверждается корректным применением методов теоретических и экспериментальных исследований, результатами практического применения разработанных методик, устройств в целом. Ограничения и допущения, принятые при использовании известных подходов, моделей и методов исследований, корректны и адекватно отражают специфику, свойственную исследуемой предметной области.

Выводы и результаты диссертации обладают научной теоретической и практической значимостью. Теоретическая значимость работы состоит в обосновании возможности диагностики технического состояния преобразователей давления путем анализа частотного спектра выходного

сигнала, а также в разработке способа увеличения точности методов спектрального анализа сигналов на основе экспоненциального представления за счет выбора оптимальной частоты дискретизации исследуемого сигнала.

Практическая значимость подтверждается тем, что результаты работы в виде способа оценки АЧХ преобразователей давления и алгоритм оценки их технического состояния внедрены на предприятии ФГУП «Завод «Прибор» (г. Челябинск) в качестве инструкции по виброакустическому методу контроля качества сборки сенсоров датчиков давления.

Научные положения, выводы и заключения соискателя по результатам диссертационной работы, достаточно полно отражены в опубликованных научных статьях. По результатам исследований Бушуевым О.Ю. опубликованы 17 научных работ, в том числе 5 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертационных исследований, 1 статья в издании, входящем в базу данных SCOPUS и получены 2 патента на изобретения и 3 программы для ЭВМ.

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на 12 научно-практических конференциях.

5. Замечания к автореферату и диссертационной работе

1. Формула (3.4) на стр. 95 в тексте диссертации и формула (5) на стр. 11 в автореферате для расчета отношения сигнал/шум реального сигнала предполагает определенные допущения к характеристикам шума и, следовательно, имеет ограниченную применимость, что не указано в диссертации.

2. Проведенное в работе компьютерное моделирование ограничивается решением задачи модального анализа (стр. 62), но на практике для обнаружения частот в выходном сигнале используется возбуждающее воздействие, и

реальные частоты отличаются от частот свободных колебаний. Из текста диссертации не ясно, как учитывается данное обстоятельство.

3. В главе 2 при описании компьютерного моделирования указано, что использовался пакет ANSYS, но на странице 53 модель создается в программе Solidworks. Как сочетаются в исследовании эти программы?

4. На стр. 61 кратко сказано, что в модели в качестве конечных элементов применялись 10-узловые тетраэдры с параболическими гранями. Следовало бы привести более подробное обоснование, почему были выбраны именно эти конечные элементы.

5. При описании комплекса программ в разделе 3.2 для некоторых программ блок-схемы не представлены, что затрудняет понимание их работы.

Указанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают научной теоретической и практической значимости результатов диссертационного исследования.

Заключение

Диссертация Бушуева О.Ю. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение важной научной задачи, связанной с созданием системы компьютерного моделирования преобразователя давления и численного метода оценки изменения его амплитудно-частотной характеристики, реализованного в виде комплекса программ, для диагностики технического состояния преобразователей давления, выпускаемых промышленностью.

Диссертация отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», выполнена на высоком научном уровне и имеет большую практическую ценность.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.18 –

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Автор диссертации, Бушуев Олег Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой «Информационно-
измерительная техника» ФГБОУ ВПО
«Уфимский государственный
авиационный технический университет»,
д.т.н., профессор



Ясовеев В.Х.

Ясовеев Васих Хаматович
450008, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12
тел. (347) 273-06-88
e-mail: yasov@mail.ru

Подпись Ясовеев В.Х.
Удостоверяю « 04 » 03 2014
Начальник управления по делопроизводству
и референтуре УГАТУ А.А. Ильченко

