

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу А. В. Беринцева на тему «Повышение точности измерения параметров электрических сигналов многоэлементных и позиционно-чувствительных датчиков», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.01 – Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения)

Актуальность темы. В современной измерительной технике широко применяются многоэлементные датчики, содержащие два и более однотипных чувствительных элемента. Поскольку технологические возможности снижения собственных шумов и разброса параметров чувствительных элементов датчиков ограничены, то для повышения точности обработки сигналов таких датчиков активно разрабатываются методы фильтрации с использованием свойств симметрии сигналов. Особенно актуальны эти задачи для многоэлементных и позиционно-чувствительных фотоэлектрических преобразователей, которые в последнее десятилетие находят все более широкое применение, как в России, так и за рубежом в контрольно-измерительных устройствах и технологических установках различного назначения.

Однако возможности спектральных и корреляционных методов фильтрации сигналов таких датчиков по точности при совместном действии аддитивных и мультипликативных шумов, а также синфазных и противофазных помех различной природы исследованы недостаточно. Вопросы оценки погрешностей, обусловленных нестационарными тепловыми режимами работы чувствительных элементов в процессе измерения, вообще практически не рассматривались. В связи с этим тема диссертационной работы А. В. Беринцева представляется актуальной.

Структура и содержание диссертации.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, библиографии и 3 приложений. Общий объем диссертации 158 страниц, из них 137 страниц текста, включая 73 рисунка и 6 таблиц. Библиография включает 128 наименований на 14 страницах.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и аргументирована научная новизна исследований, показана практическая значимость полученных результатов, представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе диссертации рассмотрены структура и основные виды двухэлементных дифференциальных преобразователей, координатно-чувствительных и многоэлементных фотоэлектрических преобразователей, их основные характеристики и параметры, а также известные алгоритмы обработки сигнальной информации. Показано, что для повышения точности при сохранении чувствительности измерения слабых нестационарных сигналов в условиях помех необходима разработка новых эффективных алгоритмов обработки сигнальной информации.

Во второй главе рассмотрены способы повышения точности и

помехозащищенности различных измерительных устройств с использованием двухэлементных преобразователей с дифференциальным включением чувствительных элементов.

В третьей главе представлены результаты исследования методических погрешностей обработки сигналов многоэлементных фотоэлектрических преобразователей корреляционным методом при отдельном и совместном действии мультипликативных и аддитивных шумов чувствительных элементов. Путем математического моделирования установлены и экспериментально подтверждены зависимости погрешности определения положения максимума излучения от ширины опорного сигнала и уровня шумов.

В четвертой главе представлены результаты разработки и экспериментальной апробации нескольких оригинальных способов и устройств с использованием разработанных алгоритмов обработки сигнальной информации для измерения сдвига спектра светодиодов в результате их саморазогрева с помощью ПЗС-линейки и КМОП-матрицы.

В пятой главе проведен анализ погрешностей тепловой природы, возникающих в многоэлементных датчиках в результате изменения температуры датчиков в процессе работы, в том числе в результате их саморазогрева поглощаемой мощностью от источника питания и источника сигнала.

Научная новизна.

1. Предложен оригинальный способ повышения точности и помехоустойчивости определения частоты слабых электрических сигналов дифференциальных преобразователей на фоне синфазных помех с применением преобразования Хартли.

2. Предложен способ повышения точности и предельной чувствительности определения параметров сигнала распределенного позиционно-чувствительного оптического датчика с использованием дифференциальной схемы включения и преобразования величины смещения светового пятна в разность фаз гармонического напряжения.

3. Показано, что существует оптимальная ширина опорного сигнала, при которой погрешность определения максимума интенсивности по сигналам фотоприемных ПЗС- и КМОП-линеек корреляционным методом при отдельном и совместном действии мультипликативных и аддитивных шумов чувствительных элементов минимальна. Установлены зависимости указанной минимальной погрешности от уровня шума.

4. Разработаны оригинальные способы и устройства с использованием предложенных алгоритмов сигнальной обработки для измерения переходных тепловых характеристик светодиодов в начале нагрева по сдвигу спектра излучения светодиода, измеренному ПЗС-линейкой или КМОП-матрицей.

5. Впервые получены оценки погрешности дифференциальных преобразователей, обусловленной нестационарным разогревом их чувствительных элементов в процессе измерения.

6. Исследована динамика сдвига изображения на КМОП-матрице в процессе работы. Показано, что наблюдаемый сдвиг изображения, влияющий

на погрешность определения положения максимума излучения, обусловлен саморазогревом КМОП-матрицы.

Теоретическая и практическая значимость.

Вклад в теорию многоэлементных преобразователей состоит в разработке нескольких новых алгоритмов обработки сигнальной информации, в частности в применении преобразования Хартли для измерения параметров слабых электрических сигналов дифференциальных преобразователей в условиях синфазных помех, в оценке оптимальной ширины опорного сигнала при обработке сигналов многоэлементных фотоприемников корреляционным методом как при раздельном так и при совместном действии аддитивных и мультипликативных шумов чувствительных элементов фотоприемников; получены оценки, в учете погрешностей, обусловленных нестационарными тепловыми режимами чувствительных элементов в процессе измерения.

Разработанные способы и алгоритмы нашли практическое применение в промышленности, в частности в расходомерах РС СПА-М, с улучшенными метрологическими характеристиками, выпускаемых ООО «ЛОМО-прибор» (г. Санкт-Петербург), а также в исследовательской практике УФирЭ им. В. А. Котельникова РАН.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 23 работы, в том числе 7 статей в научных журналах из перечня ВАК Минобрнауки России, 4 патента на изобретения и полезные модели, 6 статей в сборниках научных трудов и 6 статей в сборниках трудов конференций.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Достоверность подтверждается хорошим совпадением результатов измерений с теоретическими расчетами и результатами моделирования, практической реализацией экспериментальных образцов датчиков и измерительных устройств. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на представительных международных и всероссийских конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах, защищены патентами.

Содержание диссертации соответствует специальности 05.11.01 – Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения). Автореферат правильно отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по работе.

1. Автор не исследует устойчивости алгоритма определения частоты сигнала дифференциального датчика с использованием преобразования Хартли при действии на чувствительные элементы дифференциального преобразователя разноуровневых синфазных и противофазных помех.

2. В работе приведены лишь качественные оценки погрешностей тепловой природы для дифференциальных преобразователей и не обсуждаются возможности программно-аппаратной компенсации таких погрешностей.

3. В работе имеются стилистические неточности и грамматические ошибки.

Отмеченные замечания не снижают ценности полученных автором результатов и общей положительной оценки диссертации А. В. Беринцева.

Общая характеристика диссертационной работы. Диссертационная работа А. В. Беринцева выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предложены решения актуальной задачи повышения точности измерения слабых электрических сигналов многоэлементных и позиционно-чувствительных датчиков, имеющей важное значение для измерительной техники.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения ВАК Минобрнауки России, а ее автор, Беринцев Алексей Валентинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.01 - Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения).

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой «Информационные системы и радиотехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донской государственной технической университет», доктор технических наук (шифр специальностей 05.13.05 и 05.27.01), профессор

«18» мая 2015 г.



Прокопенко Николай Николаевич

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1,
346500, г. Шахты, ул. Шевченко, 147
e-mail: prokopenko@sssu.ru, тел. 8(918)518 22 66

