

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Борисова Руслана Андреевича
«Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Как следует из автореферата, диссертационная работа Борисова Р.А. посвящена очень интересной и важной проблеме – разработке схем и алгоритмов функционирования новых типов датчиков статического и полного давлений, которые применяются для построения различных классов систем воздушных сигналов, а также для построения навигационных систем корреляционного типа.

В работе приведен подробный анализ существующих датчиков давления, включая современные частотные датчики, выявлены их характерные недостатки и с этих позиций предложены пути их устранения на базе новых подходов:

- составлена методика проектирования упругого мембранного чувствительного элемента с применением современной прикладной программы ANSYS;
- предложено первичный преобразователь строить на базе линейки фотоэлектронных приемников с последующей обработкой цифрового кода в микроконтроллере, что позволило значительно снизить максимальное перемещение мембраны;
- предложены различные схемы построения упругих чувствительных элементов в виде мембран и схемы формирования сигналов, пропорциональных перемещению мембран.

Работа носит прикладной характер, доведена до создания макетных образцов и аппаратно-программного комплекса, который позволяет проводить широкий спектр научных исследований.

В целом диссертационная работа оставляет хорошее впечатление, указывает на высокую эрудицию автора и его умение проводить сложные научно-технические исследования.

Замечания.

1. Из автореферата не следует, проводился ли анализ точностных характеристик датчиков давления в динамике при изменении высоты полета с различными вертикальными скоростями.


2. В автореферате подробно представлено построение первичных преобразователей и алгоритмы работы вторичных преобразователей, но не указана разрядность кода выходного сигнала, которая будет определять погрешность формирования измеряемой величины.

3. В автореферате не по ГОСТу указаны номера рисунков и ссылки на них в тексте. А также на рисунках 8 – 10 не очень понятно изображены шторы и прорези.

Список трудов автора, приведенный в автореферате, включает 25 работ, из них 6 статей опубликованы в журналах из списка ВАК РФ, 5 патентов РФ на изобретение и отражает основные положения и результаты, полученные в диссертации.

На основании содержания автореферата можно сделать вывод, что диссертация является фундаментальным научным исследованием в области разработки чувствительных элементов для построения систем управления воздушно-скоростными параметрами воздушных судов различного назначения с чётко обозначенной целью и сформулированными и решенными задачами, содержит подтверждающие данные на основе математического моделирования и лабораторных макетных испытаний, а ее конечные результаты имеют конкретное практическое применение.

Считаю, что диссертационная работа Борисова Р.А. соответствует требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Борисов Руслан Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Доцент кафедры автоматики и управления ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», к.т.н., доцент  С.В. Кривошеев



Подпись Кривошеева С.В. заверяю _____

Кривошеев Сергей Валентинович

420101, г. Казань, ул. Братьев Касимовых, д. 16, кв.118.

Тел. (843) 231-16-71, e-mail: svkrivosheev@kai.ru

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», доцент кафедры автоматики и управления.

Подпись  С.В.
заверяю. Начальник управления
делами КНИТУ-КАИ 



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

БОРИСОВА Руслана Андреевича

«Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

В разрабатываемых в настоящее время многофункциональных измерителях аэродинамических параметров необходимо решать специфические задачи метрологического характера. В частности, система воздушных сигналов включает в себя приемники статического и полного давлений, преобразователи давлений в цифровой код и вычислители высотно-скоростных параметров полета воздушного судна. Важнейшими элементами в системе воздушных сигналов являются преобразователи давлений в цифровой код или датчики давлений.

Выпускаемые в настоящее время измерительные преобразователи давления, основанные на методе прямого преобразования, обладают массой недостатков. Отметим нелинейные искажения характеристики преобразования давления, а также значительную величину температурной погрешности и относительно большие массогабаритные параметры и потребляемую мощность. Сказанное, предопределяет **актуальность и практическую значимость** диссертационной работы Борисова Р.А., направленную на разработку датчиков статического и полного давлений, обладающих высокими метрологическими характеристиками, малыми массогабаритными параметрами конструкции и малым собственным потреблением мощности при обеспечении требуемого уровня безопасности полётов.

Существенной **новизной** предлагаемого датчика является применение в качестве вторичных преобразователей оптических ПЗС линеек, с помощью которых возможно осуществлять преобразование пространственного распределения светового потока в электрический сигнал. Проведены теоретические и экспериментальные исследования процедур обработки информации от оптической линейки в функции статического или полного давлений, разработаны математические модели и алгоритмы управления микроконтроллером, который обеспечивает при измерении линейных

перемещений жесткого центра мембран обработку сигналов с выхода оптической линейки, при воздействии на нее светового пятна. Предлагаемый датчик давлений, по сравнению с аналогами, имеет существенно меньшие массогабаритные параметры, а энергопотребление снижено более чем на порядок и, кроме того, уменьшено влияние вибраций и ударов на точность измерений.

Представленные в автореферате результаты исследований подтверждаются публикациями в журналах из перечня ВАК, патентами на изобретения, свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ и апробацией на конференциях.

Несомненно, полученные результаты Борисовым Р.А. обладают научной новизной и практической значимостью.

При анализе содержания автореферата выявлены следующие замечания:

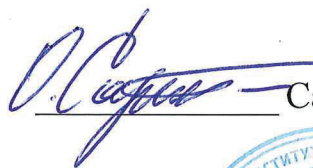
1. Не ясно, что представляют собой исследуемые в работе «линейки фотоэлектронных приемников» и каковы их технические характеристики.
2. Не ясно, в чем заключалось «...обоснование выбора методики статистического расчета гофрированных мембран», указанное на стр.9.
3. Нет расшифровки обозначений: “h” в формуле (1), “с” в формуле (7), а также аббревиатур SLK и ROG на стр.11.
4. На стр.7 предлагается способ обработки с использованием «центроид метода», реализуемого на основе формулы (12), а затем «для повышения точности» предлагается «усреднять результаты» по формуле (14). Это может привести к потере точности измерений при некоторых распределениях ошибок измерений.
5. Не ясен смысл требования: «необходимо обеспечить допустимый его предел» при описании эффекта «блюминга», иллюстрируемого на рис.5.
6. При описании устойчивости разрабатываемых датчиков к воздействию возмущающих факторов (стр.16), не приводятся конкретные диапазоны (температур, вибрации, давления и др.), в которых предложенные датчики будут эффективны (работоспособны).

Несмотря на отмеченные недостатки, обусловленные, скорее всего, ограниченным объемом автореферата, работа выполнена на высоком уровне и заслуживает положительной оценки.

В целом, по актуальности темы, научной новизне и практической значимости полученных результатов, диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05

«Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а ее автор Борисов Руслан Андреевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Начальник научно-исследовательского сектора АО «Навигатор», д.т.н.

 Саута О.И.

Подпись Сауты О.И. заверяю
Начальник отдела кадров АО «Навигатор»

 Кондратьева М.В.


Саута Олег Иванович
199106, г. Санкт-Петербург, Шкиперский проток, дом 14, литера 3, корпус 19.
Тел.: +7 (812) 740-15-18 (доб.2220), e-mail: sauta@navigat.ru
Институт авиационного приборостроения «Навигатор» (АО «Навигатор»).

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации БОРИСОВА Руслана Андреевича на тему: «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

В диссертационной работе Борисова Р.А. предложены конструктивные схемы датчиков полного и статического давлений на базе оптоэлектронных преобразователей, высокая чувствительность которых требует минимальной деформации упругого чувствительного элемента (УЧЭ). Бесконтактный съем информации с использованием оптоэлектронных преобразователей в условиях вакуума значительно повышают эффективность процессов измерения. Автором предложен алгоритм расчета основных конструктивных параметров УЧЭ практически во всем диапазоне их типоразмеров и с учетом технических возможностей вторичного преобразователя.

Результаты проведенных автором экспериментов и результаты исследований подтверждают адекватность теоретических методов расчета параметров упругих элементов для датчиков давления.

Новыми научно-практическими результатами диссертационной работы, полученными лично автором, являются:

- рекомендации для построения конструктивных схем датчиков давлений на базе оптоэлектронных преобразователей, которые отличаются наличием высокочувствительного вторичного преобразователя и упругой мембраны с минимизированной деформацией, а также устройства управления деформациями, основанного на законах магнитного притяжения, обеспечивающих повышение точности измерения аэрометрических параметров;
- математическая модель взаимосвязи порога чувствительности

вторичного преобразователя с процедурами обработки информационных данных, получаемых при деформации УЧЭ, вызванных изменением статического и полного давлений и отличающиеся тем, что в них учитывается шаг дискретизации вторичного преобразователя;

– алгоритмы работы микроконтроллера, которые обеспечивают, более высокую точность измерения перемещения жесткого центра мембраны с использованием линеек фотоэлектронных приемников.

Кроме того, в работе представлен аппаратно-программный комплекс, разработанный Борисовым Р.А., обеспечивающий оценку метрологических характеристик датчиков давлений на основе оптоэлектронных преобразователей, который может послужить основой при разработке контрольно-проверочной аппаратуры для проверки подобных датчиков.

Результаты работы докладывались на многочисленных научных мероприятиях российского и международного уровня, опубликованы в шести журналах из перечня ВАК, получено пять патентов на изобретения и три свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

В качестве недостатка можно выделить отсутствие в автореферате расшифровки англоязычных аббревиатур CLK и ROG.

В целом работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а ее автор Борисов Руслан Андреевич достоин присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

«15» апреля 2022 г. Начальник 5 кафедры авиационного радиоэлектронного оборудования, кандидат технических наук
полковник Э. Алексеев

Подпись полковника Алексеева Э.О. заверяю:
Начальник штаба – заместитель начальника филиала
ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Сызрани
подполковник

К. Свирида

Контактная информация: Алексеев Эдуард Олегович, кандидат технических наук;
адрес организации: 446007, г. Сызрань, Самарской области, ул. Маршала Жукова, д. 1;
тел. 8-987-432-89-57; email: alekseev.1972@mail.ru
наименование организации: Филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)» Министерства обороны Российской Федерации в г. Сызрани.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
БОРИСОВА Руслана Андреевича

«Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Повышение технических характеристик цифровых авиационных систем управления существенно зависит от точности и надёжности источников первичной информации. При этом существенная роль отведена датчикам давления, составляющим до 80% всех датчиков, входящих в комплектацию авиационных объектов, которые должны обладать неизменностью метрологических характеристик в течение всего срока их службы и иметь высокую устойчивость к внешним воздействиям. Глубокая интеграция бортового электронного оборудования и бортовых вычислительных средств, необходимость повышения ресурса авиационной техники, снижения эксплуатационных затрат требует разработки и внедрения высокоточных датчиков.

В связи с вышеизложенным, работа Борисова Р.А. «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна» посвященная разработке и исследованию первичных измерительных преобразователей, выполненных в виде круглых мембран и вторичных измерительных преобразователей на основе оптоэлектронных устройств является актуальной.

Особенно хочется отметить наличие в работе рекомендаций по разработке и проектированию датчиков давлений на основе оптоэлектронных преобразователей.

В качестве рекомендации и замечания следует привести:

1. В основной части описания работы нет упоминания о методологии разработки датчиков давлений хотя в списке трудов ключевая статья опубликована как «Методология разработки датчика статического и полного давлений на базе упругих чувствительных элементов и оптических линеек» (Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение).

2. Нераскрытие некоторых терминов и основных определений по теме исследования.

Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а ее автор Борисов Руслан Андреевич достоин присвоения ему ученой степени кандидат технических наук.

Начальник КБ «Радиотехника»
ООО «НИЦ Радиотехники», к.т.н.

Рудь В.В.

Подпись Рудь В.В., заверяю

Рудь Вадим Викторович

194156, г. Санкт-Петербург, Ул. Матроса Железняка, д.57А, пом. 55-Н

Телефон: +7 (812) 998 34 99, e-mail: contact@coresat.ru

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр Радиотехники» (ООО «НИЦ Радиотехники»)



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Борисова Руслана Андреевича** на тему: «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Актуальность темы. Аэрометрические датчики полного и статического давлений являются основными источниками первичной информации в системах управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна. От метрологических характеристик данных датчиков зависит не только точность пилотирования, но и безопасность воздушного судна. В связи с этим основное внимание разработчиков направлено на повышение надежности и точности функционирования аэрометрических датчиков. Решению данной актуальной задачи посвящена и диссертационная работа Борисова Р.А.

Научная новизна. В диссертационной работе предложен новый подход к построению датчиков давления, отличающийся применением первичного преобразователя в виде упругого элемента с минимизированной деформацией, функционирующего совместно с вторичным преобразователем на базе многоэлементной фотоприемной линейки.

Разработана методика моделирования и расчета статической характеристики упругого элемента, в которой учитывается шаг дискретизации вторичного преобразователя и закономерность изменения измеряемых давлений, обеспечивающая получение заданной чувствительности датчика давления при минимально необходимой деформации упругого элемента.

Разработан алгоритм работы датчика давления, который обеспечивает повышение точности измерений без ухудшения быстродействия за счет формирования упругим элементом нескольких световых пятен, воздействующих на многоэлементную фотоприемную линейку.

Практическая значимость диссертации. В ходе выполнения диссертационной работы Р.А. Борисовым решен целый комплекс практических задач, связанных с разработкой макета датчика давления, а также испытательного стенда для исследования его метрологических характеристик. Практическую ценность также имеют предложенные автором варианты конструкций датчиков на основе упругого элемента и многоэлементной фотоприемной линейки в качестве вторичного преобразователя. Предложено несколько алгоритмов для микроконтроллера, реализующих обработку сигналов вторичного преобразователя. Практическую направленность исследований подтверждают и акты внедрения результатов диссертационной работы.

Достоверность научных результатов подтверждается результатами численного моделирования функции преобразования разработанного датчика, а также результатами натурных испытаний макета датчика.

Замечания по автореферату:


1. В работе не проведено сравнение метрологических характеристик разрабатываемого датчика давления, использующего оптический способ съема информации о деформации мембраны, с датчиками, использующими для этих же целей другие способы, например, с помощью тензорезисторов;

2. В автореферате не описана методика испытаний разработанного датчика, а также не совсем понятно, какая из конструкций датчиков, предложенных в диссертации, проходила испытания.

Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, считаем, что работа выполнена на достаточно высоком уровне. По актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а ее автор Борисов Руслан Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Черторийский Алексей Аркадьевич,
к.т.н., доцент, заместитель директора
по научной работе,
Ульяновский филиал Института
радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН

 18.04.2022
(подпись, дата)

Низаметдинов Азат Маратович,
к.т.н., старший научный сотрудник,
Ульяновский филиал Института
радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН

 18.04.2022
(подпись, дата)

Адрес места основной работы: 432011, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 48/2.
Рабочий телефон/факс: 8(8422) 44-29-96; E-mail: sva@ulstu.ru

Кандидатская диссертация Черторийского Алексея Аркадьевича защищена по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Кандидатская диссертация Низаметдинова Азата Маратовича защищена по специальности 05.11.01 «Приборы и методы измерения по видам измерения (электрические измерения)».

Подписи Черторийского А.А. и Низаметдинова А.М. удостоверяю:





СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

БОРИСОВА Руслана Андреевича

«Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», представленной на соискание ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Информация о параметрах статического атмосферного давления и полного давления набегающего воздушного потока является первичной в системе воздушных сигналов, входящей в комплексную систему управления воздушным судном, и позволяет вычислить высоту и скорость его полета для осуществления автоматизированного и автоматического управления.

Измерение статического и полного давлений осуществляется с помощью датчиков аэрометрических параметров, технические характеристики которых во многом определяют диапазон и значения точности измерения системы воздушных сигналов. Исходя из требований по безопасности полетов воздушных судов при существующих нормах горизонтального и вертикального эшелонирования, к точности измерения воздушных давлений предъявляются достаточно жесткие требования

В связи с вышеизложенным, работа Борисова Р.А. «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна», которая посвящена разработке и исследованию первичных измерительных преобразователей, выполненных в виде круглых мембран и вторичных измерительных преобразователей, на основе оптоэлектронных устройств, является своевременной и актуальной.

Автором работы предложен новый подход и выработаны рекомендации по разработке датчиков давлений на основе оптоэлектронных преобразователей. В частности, предложены математические методы моделирования упругих чувствительных элементов с учетом функциональных возможностей вторичного преобразователя, алгоритмы и программы работы микроконтроллера, обеспечивающего функционирование оптоэлектронного преобразователя, а также варианты конструктивных схем датчиков на основе оптоэлектронных преобразователей, защищенных патентами на изобретения.

Результаты работы апробированы на научных мероприятиях российского и международного уровня, опубликованы в шести журналах из перечня ВАК, получено пять патентов на изобретения и три свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

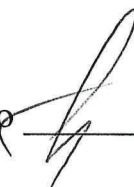
В качестве замечания следует отметить не очень хорошее качество рисунка 7.

В целом по актуальности темы, научной новизне и практической значимости полученных результатов работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а ее автор Борисов Руслан Андреевич достоин присвоения ему ученой степени кандидат технических наук.

Заместитель заведующего кафедрой АПУ
по научной работе Санкт-Петербургского
государственного электротехнического
университета «ЛЭТИ» имени В. И.
Ульянова (Ленина),
доцент, к.т.н.


Каплун Д.И.

Подпись Каплуна Д.И., заверяю





Каплун Дмитрий Ильич
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5 литера Ф
Тел: +7 812 346-44-87, e-mail: dikaplun@etu.ru
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации БОРИСОВА Руслана Андреевича
«Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

Диссертационная работа Борисова Руслана Андреевича посвящена разработке и исследованию датчиков статического и полного давлений, основанных на использовании упругих чувствительных элементов и оптического метода преобразования информации.

Актуальность исследований подтверждается тем, что на их основе разработаны и изготовлены опытные образцы датчиков давлений, использующих оптоэлектронные преобразователи. Проведена экспериментальная проверка и оценка метрологических характеристик разработанных датчиков давлений, а также определено влияние внутренних и внешних возмущений на точность измерений

Не вызывает сомнения и **научная новизна** работы, которая выражается в том, что автором впервые получены и обоснованы рекомендации для построения конструктивных схем датчиков давлений на базе оптоэлектронных преобразователей. Датчики отличаются наличием высокочувствительного вторичного преобразователя и упругой мембраны с минимизированной деформацией, а также наличием устройства управления деформациями, основанного на законах магнитного притяжения, обеспечивающих повышение точности измерения аэрометрических параметров.

Диссертационная работа содержит целый комплекс задач, в процессе решения которых были получены результаты, представляющие **практическую ценность**:

1. Разработаны новые высокоточные датчики статического и полного давлений, использующие оптоэлектронные преобразователи на основе ЛФП в качестве вторичных преобразователей, что позволило напрямую связать цифровой выход последних с вычислительным устройством СВС.

2. Разработанные метод и алгоритм использования процесса ветвления исходной информации, позволяют за один период опроса линейки получить *n* независимых значений измеряемого давления и, усреднив результат, повысить точность измерения, а также свести к минимуму влияние внешних возмущающих факторов, в частности вибраций.

Также, стоит отметить, что важным фактом, подтверждающим практическую ценность полученных результатов, является их использование при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, в ней получены значимые экспериментальные и практические результаты. Вместе с тем к работе имеется ряд замечаний:

1. В работе заявлено решение упруго-пластической задачи, однако, судя по автореферату, приведенные данные свидетельствуют о выполнении расчета для идеально упругого материала с учетом геометрической нелинейности. Задание пластических характеристик материала позволило бы оценить гистерезисные характеристик проектируемого датчика.
2. Не произведена оценка влияния статистических характеристик шума, вызывающего размытие светового пятна, на точность измерения. Асимметричная плотность вероятности должна приводить к появлению систематической погрешности.

Заключение.

В целом, из автореферата следует вывод, что представленная диссертация «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна» соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Борисов Руслан Андреевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства длительной техники и систем управления».

Отзыв подготовил:
Ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н.
Пирогов Александр Васильевич




11 апреля 2022 г.

Подпись Пирогова Александра Васильевича заверяю:

Генеральный директор




_____ / Е.Е. Бушев

ООО «МИДАУС» (МИкроэлектронные Датчики и УСтройства)

432012, Россия, г. Ульяновск, проезд Энергетиков, д. 4.

Тел.: +7(8422)360363

e-mail: info@midaus.com

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Борисова Руслана Андреевича на тему «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотно-скоростными параметрами воздушного судна» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

В автореферате представленной работы рассматриваются актуальные проблемы создания датчиков давления, базирующихся на линейках фотоэлектронных приемников для преобразования пространственного распределения светового поля в электрический сигнал. При этом для обеспечения повышенной точности измерения давления требуется теоретическое обоснование и разработка математических моделей для оптимизации процесса измерений.

В рамках диссертационного исследования успешно решены задачи структурной организации датчиков статического и полного давления, на базе упругого чувствительного элемента и линеек фотоэлектронных приемников. Представлена инженерная методика моделирования и расчета статических характеристик с учетом технических характеристик вторичного преобразователя. Большой интерес представляют разработанные методы и средства для проведения исследований метрологических характеристик датчиков давления.

Из автореферата следует, что повышение быстродействия измерительной системы связано с использованием прерываний контроллера ПДП по заполнению *половины* буфера, возможен ли эффект от других соотношений заполнения буфера (например, на четверть)?

Какие *криволинейные* отражатели оптических излучений используются в датчиках давлений на рис.11?

В целом исследование выполнено на высоком уровне, автором опубликовано 25 печатных работ по теме диссертации, в том числе 5 патентов, подтверждающих оригинальность представленных решений.

Таким образом, представленная работа на тему «Датчики давлений на основе оптоэлектронных преобразователей для систем управления высотнo-скоростными параметрами воздушного судна» соответствует требованиям ВАК РФ, как диссертационная работа на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а Борисов Руслан Андреевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры вычислительной техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

(Сафьянников Н.М.)

Подпись заверяю:



Ученому секретарю диссертационного совета
Д212.277.04 на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный технический университет»,
доктору технических наук, доценту
А.М. Наместникову

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Борисова Руслана Андреевича «ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ВОЗДУШНОГО СУДНА»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем
управления

Датчики давления, основанные на оптоэлектронных преобразователях информации, предполагающие наличие линеек фотоэлектронных приемников, позволяющих осуществлять преобразование пространственного распределения светового поля в электрический сигнал, получают в последние годы широкое распространение. Отличительной чертой предлагаемых в работе датчиков является наличие высокочувствительного вторичного преобразователя и упругого элемента с ограниченной амплитудой отклонений, что обеспечивает повышение точности измерения давлений и во многом исключает недостатки аналогов. Отсюда возникает необходимость теоретического исследования процесса обработки первичной информации и решение задачи разработки математических моделей, в том числе дискретных, позволяющих использовать их в цифровых алгоритмах для повышения точности результатов измерений и оптимизации самого процесса измерения по временным затратам и себестоимости, что определяет **актуальность** данной диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые получены и обоснованы рекомендации для построения конструктивных схем датчиков давлений на базе оптоэлектронных преобразователей, которые отличаются наличием высокочувствительного вторичного преобразователя и упругой мембраны с минимизированной деформацией, а также устройства управления деформациями, основанного на законах магнитного притяжения, обеспечивающих повышение точности измерения аэрометрических параметров.
2. Впервые разработаны математические модели взаимосвязей порога чувствительности вторичного преобразователя с процедурами обработки информационных данных, получаемых при деформации УЧЭ, вызванных изменением статического и полного давлений и отличающиеся тем, что в них учитывается шаг дискретизации вторичного преобразователя.
3. Предложены алгоритмы работы микроконтроллера, которые обеспечивают, при измерении линейных перемещений жестких центров мембран, обработку сигналов с выхода ЛФП при воздействии на него одного светового пятна, отличающиеся тем, что при опросе ЛФП, аналого-цифровой преобразователь совершает двойное преобразование, что

обеспечивает более высокую точность измерения перемещения жесткого центра мембраны.

4. Предложены алгоритмы работы микроконтроллера, которые обеспечивают обработку сигналов с выхода ЛФП при воздействии на нее двух оптических пятен, причем процесс математической обработки полученных данных выполняется до завершения полного цикла опроса, что обеспечивает более высокую точность измерений перемещения жесткого центра мембраны, а также повышение быстродействия измерительной системы.

5. Предложены метод и алгоритм обработки исходной информации, которые осуществляются применением шторок с n щелями и дают возможность сформировать на ЛФП n оптических пятен, перемещающихся в функции измеряемого давления, что позволяет за один период опроса линейки получить n независимых значений измеряемого давления и, усредняя результат, повысить точность измерения, а также свести к минимуму влияние внешних возмущающих факторов, в частности, вибраций.

Практическая значимость результатов исследования заключается в следующем:

1. Разработана методика математического моделирования статической характеристики УЧЭ, учитывающая функциональные возможности вторичного преобразователя и закономерность изменения статического и полного давлений, может быть использована при оценке точностных характеристик датчиков давлений на этапах предварительного проектирования УЧЭ.

2. Разработаны алгоритмы работы микроконтроллера, которые обеспечивают обработку выходных сигналов ЛФП при измерении линейных перемещений жесткого центра УЧЭ и могут быть использованы при разработке аналогичных измерительных систем линейных перемещений.

3. Разработаны новые высокоточные датчики статического и полного давлений, использующие оптоэлектронные преобразователи информации на основе ЛФП в качестве вторичных преобразователей, которые имеют цифровой выход и подключаются к вычислительному устройству СВС без дополнительных преобразователей.

4. Разработаны метод и алгоритм использования процесса ветвления исходной информации, которые позволяют за один период опроса линейки получить n независимых значений измеряемого давления и, усреднив результат, повысить точность измерения, а также свести к минимуму влияние внешних возмущающих факторов, в частности, вибраций.

5. На основе проведенных исследований разработаны, опытные образцы датчиков статического и полного давлений, использующие в качестве первичных преобразователей упругие мембраны и ЛФП – в качестве вторичного преобразователя информации.

6. Предложены способы управления восприятием статического и полного давлений, которые позволяют повысить точность измерений за счет использования высокочувствительного вторичного преобразователя, а также изменения жесткости упругого элемента или вариации сил магнитного притяжения, и могут быть использованы в широком спектре датчиков давлений.

Достоверность результатов исследований подтверждается корректным применением математических методов цифровой обработки сигналов, соответствующих известным фундаментальным теоретическим представлениям, соответствием полученных теоретических результатов результатам натуральных экспериментов, проведенных на созданном автором экспериментальном стенде, а также повторяемостью результатов при многократных измерениях.

В качестве замечаний необходимо отметить следующее:

Из автореферата не вполне ясно, были ли получены по итогам проведённых автором исследований патенты на изобретение, подтверждающие их новизну. Также из автореферата не очевидно, проводился ли расчёт экономического эффекта от внедрения результатов исследований.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научную и практическую ценность результатов диссертационного исследования.

Диссертационная работа Борисова Руслана Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, которая по своей актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация соответствует специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, а ее автор Борисов Руслан Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры № 24
«Авиационная техника и диагностика»

Иванов Денис Анатольевич

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации»
Адрес: 196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38
Телефон: 8 (812) 704-15-62
E-mail: info@spbguga.ru

