

## ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., профессора Сахарова Юрия Серафимовича на диссертационную работу Никонова Константина Петровича на тему «Разработка моделей и алгоритмов синтеза и анализа проектных решений датчика давления летательного аппарата» представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)».

### 1. Актуальность диссертационной работы

Диссертационная работа Никонова К.П. посвящена разработке системных и структурно-параметрических моделей, а также алгоритмов для синтеза и анализа статических и динамических характеристик датчика давления, первичного преобразователя, моделей для проведения поверочных конструкторских расчетов, проектирования несущих конструкций. В изделиях авиационной, ракетной и космической техники датчики давления используются для измерения скорости, высоты полета, расхода жидкости и газа и других параметров, то есть они составляют существенную часть от всех датчиков физических величин. В этой связи часто возникают задачи по модернизации имеющихся датчиков давления или разработки нового датчика давления. К выделенному классу датчиков предъявляют жесткие требования по точности, быстродействию, стойкости к внешним воздействующим факторам. Чтобы обеспечить указанные требования при разработке датчика давления необходимо выполнить оценку большого количества проектных решений. Эффективным решением является применение системного подхода к проектированию, при котором датчик давления представляется как сложная система с учетом связей и взаимодействий входящих в состав подсистем. В рамках данного подхода необходимо разработать в современных САПР модели и алгоритмы для синтеза проектных решений с последующим их анализом. На сегодняшний день такие модели и алгоритмы либо отсутствуют, либо являются недостаточно детализированными, не учитывают воздействие внешних факторов. Также отсутствует полноценная методика проектирования датчиков давления летательного аппарата, поэтому тема диссертационной работы Никонова К.П. является **актуальной**.

## **2. Достоверность и обоснованность**

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждаются использованием известных и многократно проверенных методов моделирования. В ходе экспериментальных исследований проведена проверка предложенной методики проектирования датчиков давления путем сравнения результатов моделирования с результатами экспериментального исследования макета датчика давления. Результаты моделирования отличаются от результата эксперимента на 6,5%, что говорит о достоверности и обоснованности полученных результатов. Полученные автором результаты прошли апробацию на российских и международных конференциях.

## **3. Научная новизна**

Научной новизной диссертационной работы обладают следующие положения:

1. Системные и структурно - параметрические модели дифференциально-емкостного первичного преобразователя давления и модуля преобразования электрических сигналов, обеспечивающие автоматизированный расчет параметров статических и динамических характеристик выбранного класса датчиков давления и учитывающие действия внешних воздействующих факторов.

2. Методика отбраковки дифференциально-емкостных первичных преобразователей давления, не соответствующих требуемым характеристикам в диапазоне заданных температур, выполненная на основе разработанных структурно – параметрических моделей, предназначенных для проектирования статических и динамических характеристик, и проведенного эксперимента.

3. Методика проектирования выделенного класса датчиков давления на основе разработанных моделей для синтеза и анализа проектных решений, отличающаяся тем, что учитывает возможность интеграции САПР и совместное моделирование, позволяющая эффективно решать задачи структурно-параметрического синтеза и анализа проектных решений с учетом различных критериев.



#### **4. Практическая значимость**

1. Предложенная методика проектирования для выделенного класса датчиков давления позволяет сократить время проектирования и, как следствие, стоимость конечного продукта.

2. Методика отбраковки дифференциально-емкостных первичных преобразователей давления позволяет обеспечить линейность статической характеристики датчика и отсутствие брака при производстве датчиков давления.

3. Предложенные модели для датчика давления, разработанные в средах MATLAB, MathCAD, позволяют выполнить оптимизацию параметров датчика для различных случаев функции плотности распределения вероятности погрешности при ограничении на заданную точность, длительность переходного процесса и ширину полосы пропускания частот.

4. Разработанные в САПР Solid Works трехмерные модели, позволяют сократить трудоемкость и длительность разработки выделенного класса датчиков давления.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав заключения, списка сокращений, библиографического списка и приложений.

По теме диссертационной работы автор имеет 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат диссертационной работы и публикации достаточно полно отражают содержание работы и соответствуют требованиям ВАК РФ.

По результатам работы над диссертацией автор получил патент на полезную модель.

#### **ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

1. В диссертации не уделено внимание анализу вариантов схем преобразования выходного сигнала  $\Delta C$  дифференциально – емкостного первичного преобразователя с указанием их достоинств и недостатков.

2. Во 2 главе при расчете параметров статической характеристики датчика давления методом наименьших квадратов использована единственная функция плотности распределения вероятностей. Не рассчитаны параметры для нормального и равномерного распределений.

3. В 3 главе страницах 90 - 97 при анализе на действие вибраций и ударов на датчик давления приведены аналитические соотношения и формулы, однако, не проведен расчет по данным формулам. Основная ставка в работе сделана на анализ в САПР SolidWorks.

Указанные замечания не снижают теоретической и практической значимости диссертации и не влияют на общую положительную оценку работы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Никонова Константина Петровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной задачи, характеризуется научной новизной и практической значимостью. Работа имеет достаточное количество теоретических и практических результатов, изложена квалифицированно, снабжена аналитическими соотношениями, формулами и рисунками. Основные выводы и результаты отражены в публикациях и автореферате диссертации.

Диссертационная работа Никонова Константина Петровича на тему «Разработка моделей и алгоритмов синтеза и анализа проектных решений датчика давления летательного аппарата» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней ВАК РФ. Автор диссертации Никонов Константин Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)».

Заведующий кафедрой ВТ-10 «Персональная электроника»  
МГУ ИТРЭ, «МГУПИ»,  
д.т.н., профессор

  
Ю.С. Сахаров

107996, г. Москва, ул. Стромынка, д. 20.

Телефон: 8 (499) 269 – 48 – 22

E – mail: [sakharovu@yandex.ru](mailto:sakharovu@yandex.ru)

Подпись Сахарова Ю.С. заверяю

Проректор по учебной работе  
МГУ ИТРЭ





В.Л. Панков