



17-я
Международная
конференция
«Авиация
и космонавтика»

17th
International
Conference
"Aviation
and Cosmonautics"

Тезисы

Abstracts



Москва, МАИ

Moscow, MAI

**17-я Международная конференция
«Авиация и космонавтика – 2018»**

**17th International Conference
“Aviation and Cosmonautics – 2018”**

**Тезисы
Abstracts**

Москва, МАИ
19 – 23 ноября 2018 г.
Moscow, MAI
19 – 23 November, 2018

ISBN 978-5-6041283-3-6

УДК 629.7

ББК 39.62:94.3

17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018». 19–23 ноября 2018 года. Москва. Тезисы. – Типография «Люксор», 2018. – 740 с.

17th International Conference “Aviation and Cosmonautics – 2018”. 19–23 November, 2018. Moscow. Abstracts. – Printing house “Luxor”, 2018. – 740 p.

В сборник включены доклады, представленные в Организационный комитет конференции в электронном виде.

Abstracts which were sent to Organizing Committee in electronic form are included in digest.

Конференция проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 18-08-20149 Г).

The Conference is supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant 18-08-20149 G).

Соорганизатором конференции выступил Массачусетский технологический институт.

Co-organizer of the Conference is Massachusetts Institute of Technology.

© Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет), 2018

© Moscow Aviation Institute
(National Research University), 2018

Организатор

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)

Организационный комитет

Равикович Ю.А. – проректор по научной работе МАИ, председатель

Шемяков А.О. – проректор по стратегическому развитию, заместитель
председателя

Алифанов О.М. – заведующий кафедрой №601 «Космические системы
и ракетостроение»

Беспалов А.В. – директор Института материаловедения и технологий
материалов МАИ

Ефремов А.В. – декан факультета «Авиационная техника» МАИ

Кирдяшкин В.В. – директор Института «Радиоэлектроника,
инфокоммуникации и информационная безопасность» МАИ

Крылов С.С. – декан факультета «Информационные технологии и
прикладная математика» МАИ

Монахова В.П. – директор Института «Авиационные, ракетные
двигатели и энергетические установки» МАИ

Новиков С.В. – и.о. директора Института инженерной экономики и
гуманитарных наук МАИ

Следков Ю.Г. – директор Института «Системы управления, информатика
и электроэнергетика» МАИ — руководитель направления «Системы
управления, информатика и электроэнергетика»

Тихонов К.М. – декан факультета «Робототехнические и
интеллектуальные системы» МАИ

Лунёва Н.С. – учёный секретарь

Оглавление

1. АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.....	11
2. АВИАЦИОННЫЕ, РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ.....	59
3. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАТИКА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА.....	125
4. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВИАЦИОННЫХ, РАКЕТНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	244
5. РАКЕТНЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	280
6. РОБОТОТЕХНИКА, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И АВИАЦИОННОЕ ВООРУЖЕНИЕ.....	368
7. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ.....	417
8. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.....	488
9. ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ ПРЕДПРИЯТИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	547
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	725

Современные интегрированные системы навигации КА, как правило, формируют навигационное решение путем комплексирования данных ГНСС-приемника и бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС). Предложен новый вариант интегрированной архитектуры СОС перспективных КА системы ГЛОНАСС на основе жестко (сильно) связанной схемы комплексирования данных, в которой в качестве аналога информации ГНСС-приемника выступают данные межспутниковой лазерной навигационно-связной системы (МЛНСС), а в качестве аналога БИНС – данные блока датчиков угловых скоростей. К отличительным особенностям предложения относятся параметры решения задачи в каскадном фильтре Калмана, а также найденный способ исключения влияния на алгоритмы, реализованные в специальном вычислительном устройстве (СВУ) МЛНСС, в отличие от глубоко-интегрированного аналога схемы комплексирования.

Представлены результаты имитационного моделирования процесса функционирования СОС в различных режимах работы с учетом широкого спектра возмущающих факторов, которые демонстрируют перспективность применения терминала МЛНСС в составе СОС перспективных КА системы ГЛОНАСС для решения задачи повышения точности определения его пространственной ориентации. Делаются выводы об условиях и ограничениях применения рассматриваемого подхода.

About the specifics of the methodical approach to the formation of the shape of the integrated attitude control system of perspective GLONASS spacecrafts

¹Galikhhanov N.K., ²Titov Y.V., ¹Pasynkov V.V., ¹Krasilshchikov M.N.

¹MAI, ²The affiliated branch «PNBS» JSC «RPC «PSI», Moscow

At the present stage of development of the GLONASS satellite system, high demands of the accuracy, integrity and availability of navigation support for the system's consumers are imposed. In this regard, recently the situation is indicated in which, from the point of view of improving the accuracy of ephemeris-time support, second-order effects come more significant, associated with errors generated by the attitude system of spacecraft, among others. Thus, the task of forming the shape of the attitude control system of perspective GLONASS spacecrafts becomes particularly relevant.

Modern integrated spacecraft navigation systems, as a rule, form a navigation solution by integrating data from a GNSS receiver and an inertial navigation system (INS). A new version of the integrated attitude system's architecture of perspective spacecraft of the GLONASS system based on a heavily related data integration scheme is proposed, in which data from the inter-satellite laser navigating link system (ILNLS) is used as an analogue of GNSS receiver information, and the unit of gyroscopes is used as an analogue of INS. The distinctive features of the proposal include the parameters for solving the problem by Kalman's cascade filter. Method of eliminating the interference with algorithms implemented in a special computing device ILNLS is founded, in contrast to the deeply integrated analogue of the integration scheme.

The results of simulation modeling of the attitude system with wide range of disturbing factors in various modes of operation are presented. Shown, that using the ILNLS terminal as part of the attitude control system to solve the problem of increasing the accuracy of determining spacecraft spatial orientation is perspective way. Conclusions are drawn about the conditions and limitations of the application of the approach.

Разработка, изготовление и исследование высокотемпературного кремниевго преобразователя давления для транспортных систем

Годовицын И.В., Суханов В.С., Панков В.В., Еремин П.М.

НПК «Технологический центр», г. Зеленоград

Кремниевые преобразователи давления, изготавливаемые на основе КНИ-структуры, обладают рядом неоспоримых достоинств, среди которых высокие измерительные характеристики, малые габариты и вес, низкая себестоимость. Такие преобразователи представляют большой интерес с точки зрения создания датчиков для проведения

измерений при высокой температуре и жестких условия окружающей среды, в частности, в системах управления летательных аппаратов.

В статье описана разработка и изготовление высокотемпературного кремнивого преобразователя давления на основе КНИ-структуры для диапазона температуры от минус 45 °С до 220 °С. При разработке конструкции и технологии использован многолетний опыт НПК "Технологический центр" в области создания кремниевых преобразователей давления.

Чувствительный элемент (ЧЭ) преобразователя состоит из 3х частей: основания, прокладки и кристалла мембраны, который формируется из КНИ-пластины. Основание обеспечивает крепление кристалла мембраны к корпусу. Прокладка соединяет основание и кристалл мембраны. Тензорезисторы расположены в местах концентрации механических напряжений на кристалле мембраны. Кристалл мембраны непосредственно осуществляет преобразование давления в выходное напряжение. Части кристалла преобразователя соединены между собой легкоплавким стеклом.

Сформированный ЧЭ размещается в металлостеклянном цилиндрическом корпусе типа ТО-5корпусе, который удовлетворяет требованиям стойкости к высокой температуре (более 220 °С). Монтаж крышки осуществлен с использованием конденсаторной сварки, обеспечивающей надежное соединение в широком диапазоне температур.

Для измерения характеристик преобразователей использована двухкамерная конфигурация испытательного оборудования, позволяющая разбить рабочий диапазон температур преобразователя на два – от минус 45°С до +85°С и от +85°С до +220°С. Исследование преобразователей показало, что приборы имеют высокие метрологические характеристики, близкие к традиционным преобразователям, использующим диффузионные тензорезисторы. Проведен анализ полученных результатов.

Работы выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0245, уникальный идентификатор ПРИЭР RFMEFI57717X0245).

В работе использовалось оборудование ЦКП "Функциональный контроль и диагностика микро- и наносистемной техники" (ЦКП НПК "Технологический центр").

Design, fabrication and characterization of a high-temperature silicon pressure transducer for transport systems

Godovitsyn I.V., Sukhanov V.S., Pankov V.V., Eremin P.M.
State Research Complex "Technological centre", Zelenograd

Silicon pressure transducers, manufactured on the basis of SOI-structure, have a number of undeniable advantages, including high measurement characteristics, small size and weight, low cost. These transducers are of great interest from the point of view of creating sensors for measurements at high temperatures and harsh environmental conditions, in particular, in aircraft control systems.

The article describes the design, fabrication and characterization of high-temperature silicon pressure transducer based on the SOI-structure for the temperature range from minus 45 °C to 220 °C. The design and fabrication is carried out at the facilities of SRC "Technology center" having over 20 years of experience in the field of silicon pressure transducers.

The sensing element (SE) of the transducer consists of 3 parts: the pedestal, the spacer and the membrane die, which is formed from the SOI-wafer. The pedestal provides fastening of the membrane die to the package. The spacer connects the pedestal and the membrane die. The strain gages are located in places of concentration of mechanical stresses on the membrane die. The membrane die directly converts pressure into output voltage. The parts of the SE are connected by a low-melting glass.

The formed SE is located in a metal-glass cylindrical package of the TO-5 body type, which meets the requirements of resistance to high temperature (more than 220 °C). Installation of the cap is carried out with the use of condenser welding, providing a reliable connection in a wide temperature range.

To measure the characteristics of the transducers, a two-chamber configuration of the test equipment is used, which allows to divide the operating temperature range of the transducer into two – from minus 45°C to +85°C and from +85°C to + 220°C. The study of transducers showed that the devices have good metrological performance close to traditional transducers using p+ diffused strain gages. The analysis and discussion of the obtained results is carried out.

Work is executed at financial support of the Ministry of education and science of the Russian Federation (Agreement No. 14.577.21.0245, a unique identifier, PRIOR RFMEFI57717X0245).

In work the equipment of CCP "Functional control and diagnostics of micro- and nanosystem equipment" (CCU SRC "Technological center") was used.

Автоматизация проектирования паяльных 3D-масок

Горелов А.О., Тучина И.О.

МАИ, г. Москва

В Московском авиационном институте на кафедре «Технология приборостроения» ведется разработка технологии нанесения паяльных масок с помощью 3D-принтера из материала, схожего по своим свойствам с материалом диэлектрика печатной платы – эпоксидной смолы [1]. Поскольку технология 3D-масок достаточно новая, то существующие системы автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП) не могут обеспечить должного уровня автоматизации операций при проектировании и изготовлении 3D-маски и оснастки под печатную плату (ПП), что, в свою очередь, затрудняет разработку, исследование и внедрение этой технологии.

Для решения этой проблемы поставлена задача разработки модуля для существующих систем. Выполнение поставленной задачи разбито на несколько этапов:

1. Разработка алгоритмов автоматической генерации оснастки под ПП для установки этой платы в 3D-принтер и классической «плоской» 3D-маски, т.е. без объемных «кровать» под электронные компоненты. В качестве входных данных алгоритмам подается gerber или dxf/dwg файл с 2D изображением паяльной маски и информация о толщине печатной платы и желаемая толщина 3D-маски.

2. Проведение экспериментов для определения оптимальных параметров «плоских» 3D масок.

3. Разработка алгоритмов генерации «объемной» 3D-маски.

4. Разработка модуля, способного работать независимо или подключаемого к одной из существующих САПР.

5. Проведение экспериментов с целью внедрения новых функций и учета выявленных недостатков.

Результатом работы модуля являются файлы формата STL, которые передаются в АСТПП 3D-принтера.

В настоящее время выполнены работы по первому и частично второму этапам – разработаны алгоритмы автоматической генерации оснастки и «плоской» 3D-маски, проведены эксперименты по определению адгезии масок к материалам печатных плат [2, 3]. Ведутся работы по разработке модуля САПР. Тестирование разрабатываемой системы планируется проводить на 3D-принтере Objet Connex260 и АСТПП Objet Studio.

Литература:

1. Горелов А.О. «Нанесение паяльных масок на 3D-принтере». Сборник тезисов докладов «Инновации в авиации и космонавтике-2014» // ООО «Принт-салон», 2014;

2. Горелов А.О. «Адгезия 3D масок к печатной плате». Сборник тезисов докладов «Авиация и космонавтика-2014» // Мастерская печати, 2014;

3. Васильев Ф.В., Горелов А.О. Адгезия паяльных масок, полученных на 3D-принтере // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. №6. С. 194-196

**17-я Международная конференция
«Авиация и космонавтика – 2018»
Тезисы**

**17th International Conference
“Aviation and Cosmonautics – 2018”
Abstracts**

Председатель Оргкомитета
Равикович Юрий Александрович
Учёный секретарь
Лунёва Надежда Сергеевна

Organizing Committee Chairman
Yury Ravikovich
Scientific secretary
Nadezhda Luneva

Подписано в печать 01.11.18
Формат 148х210 мм
Бумага офсетная. Усл.-изд. л. 42,3
Тираж 500 экз. Заказ №11279

Отпечатано
Типография «Люксор»
107076, г. Москва, 1-я улица Бухвостова, 12/11