

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Королева Павла Геннадьевича на диссертационную работу Николаева Дмитрия Андреевича, выполненной на тему: **«Модель и алгоритмы оперативной структурно-параметрической обработки телеметрической информации космических средств»** и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические системы)

Космические технологии в настоящее время занимают одно из важных мест в военной, экономической и политической сферах современного общества. В период военно-политической и экономической нестабильности в мире, в свете прогрессирующего развития науки и техники, использование космического пространства значительно расширилось и приобрело новые количественные и качественные аспекты.

Успешное применение космических средств (КС) в значительной степени обеспечивается операциями контроля всех этапов подготовки пуска, пуска ракет космического назначения и выведения полезной нагрузки на заданную орбиту. Выполнение данных задач возложено на автоматизированную систему управления (АСУ) КС, одной из основных составляющей которой является система информационно-телеметрического обеспечения (СИТО).

На развитие СИТО в настоящий момент оказывают влияние следующие факторы:

- возрастание объёма поступающей с борта космического аппарата и ракеты-носителя телеметрической информации (ТМИ);
- переход на новые принципы построения бортовых радиотелеметрических систем (БРТС) с использованием цифровых стандартов передачи данных;
- ужесточение требований к оперативности получения, обработки и анализа информации, получаемой от БРТС;
- возрастание возможностей современной электронно-вычислительной техники (производительности, скорости вычислений, компактности).

В данный момент развитие современных технологий и вычислительной техники позволяет проводить автоматизированный анализ технического состояния бортовых систем ракет-носителей в реальном масштабе времени. Однако исходная измерительная информация для автоматизированного анализа, являющаяся результатом первичной обработки телеметрической информации, не является достоверной из-за воздействия на неё аномальных погрешностей.

В данной ситуации автоматизированная отбраковка аномальных измерений в реальном масштабе времени способна повысить достоверность результатов анализа до требуемой степени и, тем самым, сделать возможным

проведение автоматизированного анализа. До недавнего времени отбраковка аномальных телеизмерений выполнялась по методике «ручного» оценивания качества и простейшего допускового контроля. При таком подходе, когда решение об аномальности принималось экспертом, работа в реальном масштабе времени оказывалась невозможной.

Очевидно, что отбраковка аномальных измерений при оперативной обработке телеметрической информации должна выполняться в автоматизированном режиме в реальном времени.

В связи с этим диссертационная работа Николаева Д.А., посвящённая обоснованию и разработке модели и алгоритмов отбраковки аномальных измерений в реальном масштабе времени, направленных на повышения достоверности исходной измерительной информации ракет-носителей, является актуальной.

Сформулирована и решена основная **научно-практическая задача** – разработка модели и алгоритмов отбраковки аномальных измерений при оперативной обработке телеметрической информации ракет-носителей.

Целью работы является разработка модели и алгоритмов отбраковки аномальных измерений в реальном масштабе времени для повышения достоверности исходной измерительной информации.

В ходе решения поставленной задачи лично соискателем получены следующие новые **научные результаты**:

1. Математическая модель телеметрируемых процессов на входе комплексов автоматизированного анализа технического состояния РН в виде «смеси» распределений.

2. Структурно-параметрический алгоритм формирования структуры многоальтернативного конечноразностных фильтров (КРФ) оперативного обнаружения, позиционирования и отбраковки аномальных измерений.

3. Алгоритм автоматической настройки параметров КРФ с использованием предложенной структурной метрики для выбора модели корреляционной функции, результатов оценки кажущейся частоты процесса по характеристикам типа «превышения уровня» реализации случайного процесса, а также процедуры динамического формирования выборки, обеспечивающей требуемый уровень достоверности оцениваемой измерительной информации в РМВ.

4. Результаты обработки телеметрической информации полученной в ходе пусков РН «Союз-2» с использованием разработанной модели и алгоритмов отбраковки аномальных измерений с адаптивным уровнем достоверности для автоматизации анализа измерительной информации РН.

Научная новизна и значимость результатов работы обуславливаются тем, что в ней с целью повышения достоверности исходной измерительной информации ракет-носителей поставлена и решена новая научная задача, состоящая в разрешении противоречия между современными требованиями к системе информационно-телеметрического обеспечения, высоким уровнем современных информационных технологий и электронно-вычислительной техники, и состоянием автоматизированных систем обработки ТМИ. Данное

противоречие предложено разрешить на основе использования КРФ и применения для разделения корреляционных функций исследуемых телеметрических процессов (ТМП) структурной метрики, основанной на характеристиках особых точек случайного процесса. Предложены новые алгоритмы формирования структуры многоальтернативного конечно-разностного фильтра оперативного обнаружения, позиционирования и отбраковки аномальных измерений и автоматической настройки параметров конечно-разностного фильтра.

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов **обеспечивается** обоснованным выбором основных допущений и ограничений при постановке частных задач исследования; использованием современного апробированного научно-методического и математического аппарата: теории вероятностей, теории случайных процессов, методов спектрально-корреляционного анализа, теории выбросов, апробацией результатов исследований автора на научно-технических конференциях.

Достоверность подтверждается реализацией результатов автора в опытно-конструкторской работе «Проведение работ по созданию полигонного комплекса визуального отображения информации полёта РН на активном участке в согласованном объёме», результатами математического моделирования, а также тем, что полученные результаты имеют ясную физическую трактовку и не противоречат известным данным.

Все научные положения, выводы и результаты достаточно хорошо аргументированы и обоснованы.

Практическая ценность подтверждается тем, что результаты исследований нашли свое применение в опытно-конструкторской работе ЗАО «СКБ Орион», при обработке измерительной информации для автоматизированной системы поддержки принятия решений в реальном масштабе времени при подготовке и применении ракеты-носителя «Союз-2».

Результаты проведённых исследований изложены в четырех разделах. Объём рукописи находится в пределах требований к кандидатским диссертациям. Оформление и стиль изложения соответствует требованиям к научным работам, за исключением нескольких замечаний, отмеченных ниже.

Материалы диссертации опубликованы в 7 статьях в журнале, рекомендованном ВАК, и 7 статьях в иных изданиях.

Задачи, поставленные в диссертационной работе, решены в полном объёме.

В качестве **недостатков** необходимо отметить:

- в работе не рассмотрен случай, когда аномальный случайный процесс представляет собой сумму двух составляющих, распределённых по нормальному закону, но смещённых по математическому ожиданию;

- не ясно, почему автор не рассматривает ситуацию, когда тип «смеси» распределений может меняться во времени;

- при сравнении оперативности разработанных алгоритмов с алгоритмами использующими БПФ автор использует подсчет «количества элементарных операций», при этом не поясняет значение этого термина.

Однако указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы в целом.

Диссертация содержит совокупность новых результатов и положений, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Диссертация выполнена на высоком научном и техническом уровне, является законченным научным трудом, в котором содержится решение научно-технической задачи обоснования и разработки модели и алгоритмов отбраковки аномальных измерений в реальном масштабе времени. Предложенные автором новые решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с известными решениями, в работе приведены сведения и рекомендации по использованию полученных научных и практических результатов.

Тема и содержание выполненной диссертации соответствуют специальности 05.13.01, по которой она представлена к защите.

Материал диссертации изложен стройно, логично, грамотно. В работе имеется достаточное количество рисунков, наглядно поясняющих существо научных положений и выводов автора.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Вывод

Диссертация Николаева Д.А. является законченной научной квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи обоснования и разработки модели и алгоритмов отбраковки аномальных измерений в реальном масштабе времени, направленных на повышения достоверности исходной измерительной информации ракет-носителей, имеющей важное для обороноспособности и народного хозяйства значение. По основным характеристикам рецензируемая работа удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней от 24 сентября 2013 г. № 842 ВАК РФ, а её автор Николаев Дмитрий Андреевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры ИИСТ СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
кандидат технических наук доцент

«4» мая 2017 г.

П.Г. КОРОЛЕВ

Сведения об оппоненте:

Королев Павел Геннадьевич, к.т.н., доцент

Место работы: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ»

Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова д.5.

Должность: доцент кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии»

Телефон: +7 (921)754-82-81 E-mail: pgkorolev@gmail.com