

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.199.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ИНСТИТУТА
ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета 25.05.2017 г. № 3

О присуждении Николаеву Дмитрию Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модель и алгоритмы оперативной структурно-параметрической обработки телеметрической информации космических средств» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические системы) принята к защите 21 февраля 2017 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 002.199.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, дом 39, утвержден приказом Рособнадзора номер 2472-618 от 8 октября 2010 года.

Соискатель Николаев Дмитрий Андреевич, 1977 года рождения, в 2000 году окончил Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет «ЛЭТИ» по специальности «Информационно измерительная техника и технологии» (диплом № БВС 038729). В 2016 г. окончил аспирантуру Федерального Государственного Автономного Образовательного Учреждения Высшего Профессионального Образования Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики. Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 086/2016, выдано в 2016 г. Федеральным Государственным Автономным Образовательным Учреждением Высшего Профессионального Образования Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики. В настоящее время Николаев Дмитрий Андреевич работает инженером-программистом в ЗАО «СКБ Орион».

Диссертация выполнена на кафедре «Информационные системы» Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики.

Научный руководитель – КАРГИН Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доцент кафедры «Информационные системы».

Официальные оппоненты:

ХОМОНЕНКО Анатолий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, заведующий кафедрой «Информационные и вычислительные системы»;

КОРОЛЕВ Павел Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ», доцент кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное Государственное Автономное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара в своем положительном отзыве, подписанным Прохоровым Сергеем Алексеевичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой информационных систем и технологий, и утвержденным Прокофьевым Андреем Брониславовичем, д.т.н., профессором, первым проректором – проректором по науке и инновациям Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, указала, что в целом диссертационная работа Д.А. Николаева представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, отличается научной новизной и практической значимостью полученных результатов. В ней решена актуальная научно-техническая задача, связанная с разработкой моделей ТМИ ракет-носителей со структурной неоднородностью и алгоритмов для ее оперативной обработки на основе методов и выводов теории выбросов случайных процессов.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Диссертационное исследование «Модель и алгоритмы оперативной структурно-параметрической обработки телеметрической информации космических средств» является научно-квалификационной работой и соответствует критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к кандидатским диссертациям, ее автор Николаев Дмитрий Андреевич – достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические системы).

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 14. Опубликованных в рецензируемых научных изданиях 7 работ, из них в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ – 7.

Основные научные результаты опубликованы в 14 научных трудах общим объемом 5,15 п.л., из которых 12 статей объемом 4,75 п.л., выполнены в соавторстве, а 2 статьи объемом 0,4 п.л. – лично. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Николаев Д.А. Алгоритмы оценивания вероятностных характеристик информационных процессов по статистикам превышений уровней / Николаев Д.А., Каргин В.А., Скороходов Я.А., Шовкалюк А.П. // Труды МАИ. – 2015. - №84.

2. Николаев Д.А. Оценивание вероятностных характеристик телеметрируемых процессов ракет-носителей в реальном масштабе времени /Каргин В.А., Скороходов Я.А. //Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. - 2014.- № 644. - С. 161-168.

3. Николаев Д.А. Модель измерительной информации в системах мониторинга космических средств / Николаев Д.А., Каргин В.А., Россиев, А.Ю, Бородько Д.Н. // Информационно-управляющие системы. – 2012. - №1. – С. 39-43.

4. Николаев Д.А. Особенности обработки телеметрической информации ракет-носителей в реальном времени / Николаев Д.А., Каргин В.А., Нездоровин Н.В., Самойлов Е.Б. // Информация и космос. - 2009 №4. – С. 77-82.

5. Николаев Д.А. Обнаружение и отбраковка аномальных результатов измерений для формирования исходной измерительной информации по ракете-носителю типа

«Союз» / Николаев Д.А., Каргин В.А., Самойлов Е.Б. // Информация и космос. – 2008. - №4. – С. 83-87

6. Николаев Д.А. Унифицированная информационная технология мониторинга динамически изменяющихся состояний космических средств и средств НКУ на основе измерительной информации и представления его результатов на индивидуальных и коллективных средствах отображения / Николаев Д.А, Охтилев М.Ю., Ничипорович О.П. Чуприков А.Ю. // Авиакосмическое приборостроение. – 2007. - №5. – С. 20-24

7. Николаев Д.А. Перспективные направления развития информационных технологий мониторинга состояния сложных космических объектов в реальном масштабе времени / Николаев Д.А., Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Чуприков А.Ю. и др. // Авиакосмическое приборостроение. – 2004. - № 11. С. 50-59.

Оригинальность содержания диссертации составляет 92,21% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

На автореферат диссертации поступило 8 отзывов, все отзывы положительные:

1. Войсковая часть 13991, отзыв составили начальник научно-исследовательской лаборатории научно-испытательного центра к.т.н. Саенко В.М. и научный сотрудник научно-испытательного центра к.т.н. Жуков А.В. Замечания: из автореферата не ясно, каким образом автором было принято решение о сужении пространства рассматриваемых аппроксимирующих моделей нормированных корреляционных функций до трех типовых. В автореферате не приведены количественные оценки выявленных особенностей исследуемых телеметрируемых параметров.

2. Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, отзыв составили начальник кафедры технологий и средств автоматизации обработки и анализа информации космических средств к.т.н., доцент Чикуров В.А. и профессор кафедры технологий и средств автоматизации обработки и анализа информации космических средств Копкин Е.В. Замечания: отсутствует описание процедуры учета

«отрицательных вероятностей» при аппроксимации плотности вероятности рядом Эджворта. Не показано влияние использования аппроксимации зависимости H на качество отбраковки аномальных результатов измерений (см. стр. 11).

3. Военная академия связи им. С.М. Буденного, отзыв составила преподаватель кафедры автоматизированных систем специального назначения, к.т.н. Апарина Е.Ю. Замечания: в автореферате не пояснен способ, как производился подсчет числа пересечений траектории телеметрируемого процесса дискретизированного по уровням и времени. Из автореферата неясно, какие именно характеристики спектральных плотностей автор считает обобщенными.

4. Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, отзыв составил профессор кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, д.т.н., профессор Шарнин Л.М. Замечания: из автореферата не ясно, почему в приведенных моделях спектров поступающей телеметрируемых процессов не учитывается центральная частота. Автор не пояснил, что такое элементарные операции и как производился их подсчет при сравнении оперативности различных алгоритмов.

5. Санкт-Петербургский Государственный университет авиакосмического приборостроения, отзыв составил заведующий кафедрой «Информационно-сетевых технологий», д.т.н., профессор Осипов Л.А. Замечания: в автореферате не отражены преимущества и недостатки использования модели в виде «смеси» гауссовых распределений перед другими видами «смесей». Ссылаясь на результаты имитационного моделирования, автор не приводит методику, как это моделирование проводилось.

6. АО «РКЦ «Прогресс», отзыв составил заместитель генерального конструктора по испытаниям и эксплуатации ракет-носителей типа «Союз», д.т.н., профессор Капитонов В.А. и заместитель генерального конструктора по научной работе, к.т.н. Космодемьянский Е.В. Замечания: в автореферате не представлен анализ достоинств и недостатков существующих методов и алгоритмов обработки телеметрической информации, автором не пояснено решение вопроса о появлении «отрицательных вероятностей» при аппроксимации процессов рядом Эджворта.

7. ОАО Радиотехнический институт им. академика Минца А.Л., отзыв

составил ведущий инженер, к.т.н. доцент Куракин С.З. Замечания: из автореферата неясно, каким образом формируются исходные данные для разработанной вероятностной модели функциональных и функционально-диапазонных параметров космических средств. В автореферате недостаточно полно описаны структура комплекса автоматизированного анализа технического состояния космических средств и возможности применения разработанных моделей и алгоритмов для других объектов, отличных от семейства ракет-носителей типа «Союз-2».

8. АО «Научно-инженерный центр Санкт-Петербургского электротехнического университета», отзыв составили заместитель главного конструктора к.в.н., доцент Вайнтрауб А.И., д.т.н. Миронов Ю.В. Замечания: не ясно в чем заключается близость (удаленность) выбранной спек тральной плотности к спектральной плотности Лоренца, из текста автореферата не понятно, какие виды «смесей» распределений рассматривались автором, кроме «смеси» гауссовых компонент.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., профессор Хомоненко А.Д. является известным ученым в области моделирования сложных систем, надежности программного обеспечения, разработки информационных систем, к.т.н., доцент Королев П.Г. известный специалист в области теории вероятности, статистической обработки результатов измерений, разработки систем сбора телеметрической информации, ведущая организация, ФГАОУВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», является известной как в России, так и за рубежом организацией в области разработки и создания систем обработки и анализа телеметрической информации космических средств.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- алгоритм совместного оперативного оценивания обобщенных спектрально-корреляционных характеристик и величины «загрязнения» телеметрической информации космических средств по характеристикам типа «превышения уровня»;

- алгоритм оперативной структурно-параметрической обработки телеметрической информации обеспечивающий проведение автоматизированного анализа технического состояния космических средств в реальном времени;

предложены:

- модель телеметрируемого процесса в виде двухкомпонентной «смеси» гауссовых распределений учитывает структурную неоднородность телеметрической информации космических средств;

- в рамках алгоритма оперативной структурно-параметрической обработки телеметрической информации, способ структурной перестройки алгоритма уменьшения структурной неоднородности телеметрируемого процесса путем оценивания спектрально-корреляционных характеристик и уровня «загрязнения» телеметрической информации и адаптации порога обнаружения аномальных результатов измерений к параметрам с различными формами спектров;

- в рамках алгоритма совместного оперативного оценивания обобщенных спектрально-корреляционных характеристик и величины «загрязнения» телеметрической информации, способ оценивания уровня «загрязнения» телеметрической информации по значению коэффициента эксцесса;

- в рамках алгоритма совместного оперативного оценивания обобщенных спектрально-корреляционных характеристик и величины «загрязнения» телеметрической информации, учет смещения оценки центральной частоты телеметрируемых параметров в зависимости от формы спектра и плотности вероятности;

доказана перспективность использования разработанных алгоритмов в существующих и перспективных программно-аппаратных комплексах мониторинга технического состояния космических средств;

введены:

- ограничение продолжительности времени анализа; допущения стационарности и близости к телеметрируемым процессам к гауссовым;

- метрика классификации телеметрируемых параметров по трем формам спектров;

- динамические изменяемые уровни подсчета количества пресечений траектории телеметрируемого параметра для оценивания моментных характеристик;

- аналитические выражения для оценивания моментных характеристик телеметрируемого процесса по характеристикам типа «превышения уровня».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана: применимость выводов и методов теории выбросов случайных процессов для обработки больших объемов телеметрической информации поступающей в ходе летных испытаний и штатной эксплуатации ракет-носителей;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы общие методы системного анализа, теории вероятностей, математической статистики, общей теории случайных процессов, теории выбросов случайных процессов и методы статистической обработки экспериментальных данных;

изложены основные современные подходы к обработке телеметрической информации с изменяющимися во времени характеристиками и структурной неоднородностью;

раскрыто противоречие между требованиями к оперативности и достоверности автоматизированного анализа и необходимостью использовать телеметрическую информацию не соответствующую требованиям, предъявляемым к исходным данным для формальных методов;

изучены существующие алгоритмы и методы обработки телеметрической информации с неоднородностями различных типов, при этом отдельное внимание уделено рассмотрению вопросов оперативности и робастности, получаемых ими результатов в задачах оперативной обработки телеметрической информации, поступающей от ракеты-носителя;

проведена модернизация существующего специального программного обеспечения подготовки телеметрической информации для проведения автоматизированного анализа в реальном времени, что позволило повысить оперативность, достоверность и робастность получаемых заключений о техническом состоянии ракеты-носителя на активном участке траектории.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и реализованы (указать степень реализации) следующие результаты диссертационной работы:

- алгоритм совместного оперативного оценивания обобщенных спектрально-корреляционных характеристик и величины «загрязнения» телеметрической информации космических средств по характеристикам типа «превышения уровня», учитывающий влияние формы плотности вероятности и спектра;

- алгоритм оперативной структурно-параметрической обработки телеметрической информации, позволивший проведение автоматизированного анализа технического состояния космических средств в реальном масштабе времени, реализованы в разработанных ЗАО СКБ «Орион» автоматизированных системах поддержки принятия решений при оперативной обработке измерительной информации на этапах подготовки и пуска ракет-носителей «Союз-2» и «Союз-СТ» в рамках составной части ОКР «Автоматизированная система управления подготовкой и пуском ракет космического назначения 1 ГИК».

- модель информационного процесса в виде двухкомпонентной «смеси» гауссовых распределений, позволяющая учитывать структурную неоднородность телеметрической информации космических средств реализована в ОАО НИОЭ ЦИТ «Петрокомета» на этапе эскизного проектирования единого виртуального электронного паспорта космической ракеты-носителя «Союз-2», при обоснования методов и алгоритмов оперативной подготовки телеметрической информации для проведения автоматизированного анализа и оценивания технического состояния бортовых систем.

Реализованы в учебном процессе Санкт-Петербургского университета авиакосмического прибора строения на кафедре Компьютерных технологий и программной инженерии:

- по направлению подготовки магистратуры 02.04.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»:

- дисциплина «Системы поддержки принятия решений» - раздел лекций «Существующие способы представления технологических процессов, технические решения по автоматизации контроля и управления технологическими процессами в аэрокосмической отрасли»;

- дисциплина «Системы сбора и предварительной обработки данных» - раздел лекций «Системы телеметрии аэрокосмических комплексов», лабораторная работа «Формирование сигналов с заданными характеристиками»;
- практика (Научно-исследовательская работа);
- по направлению подготовки магистратуры 09.04.04 «Программная инженерия»:
 - дисциплина «Системы сбора и предварительной обработки данных» - раздел лекций «Системы телеметрии аэрокосмических комплексов», лабораторная работа «Формирование сигналов с заданными характеристиками»;
 - практика (Научно-исследовательская работа);

а также при написании магистерских диссертаций по указанным выше направлениям подготовки;

определены возможности и перспективы практического использования, полученных результатов диссертации, в ЗАО «СКБ Орион», ОАО «НИО ЦИТ «Петрокомета», АО РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Филиал АО «РКЦ «Прогресс» - ОКБ «Спектр», при разработке перспективных комплексов обработки и анализа телеметрической информации космических средств для:

- оперативного оценивания вероятностных и спектральных характеристик ТМИ;
- совершенствования алгоритмов оперативной классификации информационных процессов при оценивании технического состояния бортовых систем космических средств;
- совершенствования математического и программного обеспечения подготовки телеметрической информации для автоматизированного анализа в ходе пуска и послеполетной обработки;

создан (а) сформулирована и обоснована вероятностная модель телеметрируемых процессов в виде «смеси» аномальной и информационной компонент, имеющих гауссово распределение;

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены разработанная модель, алгоритмы и специальное программное обеспечение.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, корректным применением научно-методического аппарата в виде использованных методов и теорий, апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и докладах на научных конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы;

теория построена на известных принципах, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов исследования, согласуется с опубликованными частными результатами других исследователей;

идея базируется на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области оперативной обработки и анализа телеметрической информации;

использованы полученные характеристики для сравнения с данными, приведенными в современной научной литературе по теории вероятности и статистической обработке результатов измерений;

установлено качественное и количественное соответствие результатов решения задачи оперативной подготовки телеметрической информации для автоматизированного анализа. При этом подтверждено преимущество предложенного подхода перед результатами, полученными другими авторами.

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения и т.п.)

Личный вклад соискателя состоит в:

- раскрытии взаимосвязи характеристик выбросов с вероятностными и спектральными компонентами телеметрируемых процессов на основе системного анализа условий формирования, передачи и приема телеметрической информации в ходе пуска ракет-носителей «Союз-2» и исследования телеметрической информации во временной и частотной области в аналитической форме показана.

- разработке алгоритмов оперативного оценивания моментных и спектрально-корреляционных характеристик телеметрической информации, а также уровня его загрязнения.

- разработке параметризуемого алгоритма обнаружения и исключения

аномальных результатов измерений с автоматической настройкой структуры в зависимости от моментных и спектрально-корреляционных характеристик обрабатываемого процесса.

- разработке способа повышения устойчивости алгоритмов обработки телеметрической информации на фоне флуктуационных помех.

- разработке элементов специализированного программного обеспечения оперативной обработки телеметрической информации в составе комплекса автоматизированного анализа ракеты-носителя.

- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет считает, что Николаев Д.А. в своей диссертационной работе решил научную задачу разработки модели и алгоритмов подготовки телеметрической информации космических средств для проведения автоматизированного анализа технического состояния космических средств в реальном масштабе времени, имеющую важное социально-экономическое и хозяйственное значение.

На заседании 25.05.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Николаеву Д.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 23, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

доктор технических наук,

член-корреспондент РАН

Юсупов Рафаэль Мидхатович

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор технических наук

Кулешов Сергей Викторович

25.05.2017 г.