

## ОТЗЫВ

### официального оппонента на диссертацию

Куимова Андрея Владимировича

на тему «Комплексная методика параметрического синтеза адаптивной системы информационно-телеметрического обеспечения запусков перспективных ракет космического назначения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

#### 1. Актуальность избранной темы исследования

Одним из ключевых аспектов планирования информационно-телеметрического обеспечения летных испытаний (ЛИ) и эксплуатации (ЛЭ) ракет космического назначения (РКН) является разрешение противоречия между большим объемом телеметрических данных, формируемых бортовыми радиотелеметрическими средствами (БРТС) РКН, и ограниченным ресурсом пропускной способности существующих каналов передачи информации от наземных измерительных пунктов (НИП) в центр контроля полета (ЦКП). Актуальность потребности устранения данного противоречия обусловлена существующей устойчивой тенденцией оснащения современных модернизируемых и разрабатываемых перспективных ракет-носителей (РН) и разгонных блоков (РБ) высокоинформативными БРТС. Установленные на современных и перспективных РКН БРТС формируют потоки телеметрической информации (ТМИ), передача которых от средств НИП в ЦКП в реальном масштабе времени (РМВ) полета не обеспечивается штатными и дополнительно привлекаемыми средствами передачи данных. Характерными примерами таких изделий являются: современные РН семейства «Союз-2», оснащаемые высокоинформативными БРТС «РТСЦ-М» и «Астра», проходящие летные испытания перспективные РН семейства «Ангара» и разрабатываемая РН «Союз-5», оснащаемые высокоинформативными БРТС «Орбита-ТМ».

Для преодоления существующего ограничения в настоящее время используется следующий подход: в РМВ полета осуществляется передача от НИП в ЦКП неизменного за время сеанса связи состава сообщений наиболее важных, с субъективной точки зрения специалистов ЦКП, телеметрических параметров, ограниченного исходя из пропускной способности каналов передачи информации, при этом сбор же полного объема телеметрических

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«01» 09 2022

данных осуществляется в «отложенном» режиме. Практическая реализация данного подхода явилась компромиссом между возможностями средств передачи телеметрической информации и потребностями специалистов ЦКП, что не обеспечивает полный охват контролем функционирования систем, узлов и агрегатов РКН в РМВ и в тоже время перегружает каналы передачи информации несущественными данными. Это обуславливает актуальность избранной темы и проведенного по ней исследования. Для практического разрешения упомянутого противоречия, серьёзно затрудняющего текущую обработку ТМИ, соискателем поставлена и решена важная научная задача по разработке методического аппарата параметрического синтеза адаптивной системы информационно-телеметрического обеспечения (СИТО) запусков перспективных РКН, позволяющего благодаря определению рациональной программы сбора ТМИ осуществлять адаптированное к состоянию бортовых систем РКН формирование потока телеметрических данных в условиях ограниченных ресурсов пропускной способности каналов передачи информации. Такой подход позволяет установить соответствие изменяющихся на различных этапах полета РКН потребностей в ТМИ возможностям средств передачи информации.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Формулировки цели и научной задачи диссертации Куимова А.В. вытекают из результатов выполненного им объёмного аналитического обзора научных трудов в области информационного обеспечения испытаний и применения космических средств, а также телеметрического обеспечения в смежных областях народного-хозяйственной деятельности. Декомпозиция научной задачи исследования и постановка частных научно-технических задач носит достаточно строгий системный характер, а методы их решения соответствуют общей постановке и конкретному содержанию частных задач и применяются адекватно цели исследования. Последовательность решения частных задач исследования соответствует логике их взаимосвязи. Теоретической и методологической основой исследования служат знания фундаментальных разделов системного анализа, исследования операций и теории информации. Для формализации реального объекта исследования применены современные подходы математического моделирования. Апробация научных положений, выводов и рекомендаций осуществлена в публикациях основных положений диссертации в научно-технических

периодических изданиях, включенных в перечень ВАК, а также в докладах на научно-практических и научно-технических конференциях и семинарах различного уровня. Изложенное позволяет сделать вывод об высоком уровне обоснованности научных положений, предложений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации Куимова А.В.

### **3. Достоверность результатов исследования**

Достоверность результатов исследования обеспечена корректной постановкой математической задачи параметрического синтеза адаптивной СИТО запусков РКН, учитывающей параметры всех существенных факторов информационно-телеметрического обеспечения, тщательной проработкой структурной и методической схем ее решения.

Достоверность полученных результатов подтверждена проверкой работоспособности разработанных методик при оценке результатов практических расчетов и вычислительного эксперимента с использованием большого объема производственных материалов регистрации ТМИ, полученных в ходе информационного обеспечения реальных запусков РКН при выведении космических аппаратов (КА).

### **4. Новизна исследования, полученных результатов, предложений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Новизна работы состоит как в разработке и обосновании нового подхода к решению задачи параметрического синтеза адаптивной СИТО запусков РКН, так и в разработанных в соответствии с этим подходом методик, позволяющих определять рациональные программы сбора ТМИ при обеспечении запусков РКН и проводить оценку эффективности информационного обеспечения.

Автором предложен новый подход к решению задачи параметрического синтеза СИТО запусков РКН, отличающийся от применяемых в настоящее время комплексным учетом параметров всех факторов, оказывающих существенное влияние на эффективность информационного обеспечения запусков РКН, что позволяет устанавливать желаемое соответствие изменяющихся на различных этапах пуска и полета РКН потребностей специалистов ЦКП в телеметрических данных возможностям средств передачи информации, используемых в СИТО запусков.

Впервые постановка и решение задачи параметрического синтеза СИТО запусков РКН выполнена на основе комплексного использования показателей и критериев количества информации, что в отличие от существующих подходов позволяет сформировать нормированное метрическое пространство поиска значений параметров потока сообщений разнородных телеметрических параметров РКН.

В разработанной методике определения количества информации о состоянии РКН в потоке телеметрических сообщений введен оригинальный частный показатель «коэффициент потери информации», позволяющий проводить оценку качества потоков сообщений разнородных телеметрических параметров РКН и эффективность процессов сокращения информационной избыточности в единой относительной шкале.

Отличительными от известных в методическом плане являются две разработанные оригинальные методики: методика рационального распределения ресурса каналов передачи ТМИ между НИП и методика формирования рационального потока телеметрических сообщений РКН в каналах передачи ТМИ. Новизна данных методик заключается в двухэтапном проведении поисковых процедур и расчетов на основе математического аппарата последовательной оптимизации с использованием системы частных показателей и критериев, направленных на выполнение критериев обобщенных показателей количества информации, что позволяет отыскать рациональные взаимно адаптированные значения параметров плана задействования каналов передачи ТМИ и параметров плана формирования потока телеметрических сообщений, а также свести многомерный поиск значений параметров потока телеметрических сообщений к одномерному.

## **5. Значимость для науки и практики результатов, полученных автором**

Полученные в диссертации результаты обладают научной значимостью, поскольку они вносят вклад в развитие прикладных элементов системного анализа, исследования операций и теории информации применительно к организации ИТО запусков современных и перспективных РКН и испытаний изделий ракетно-космической техники.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные методики позволяют существенно расширить состав сообщений телеметрических параметров, доставляемых потребителям при информационном обеспечении пуска и полета РКН, а также компенсировать

потери информации на участках проведения динамических операций РКН. В результате появляются возможности обеспечить требуемые непрерывность и полноту охвата контролем функционирования РКН в полете и снизить у специалистов ЦКП неопределенность о состоянии бортовых систем РН и РБ. При этом важно отметить, что полученные в диссертации результаты могут быть использованы для решения в ЦКП практических задач планирования и организации сбора ТМИ современных и перспективных РКН даже на существующей материально-технической базе наземного измерительного комплекса. Кроме того, результаты исследования, выводы и рекомендации могут быть использованы при разработке технических заданий на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по вопросам развития и создания бортовых и наземных средств и комплексов телеметрического обеспечения испытаний и применения РН, РБ и КА.

Практическая полезность результатов исследования подтверждена актами о внедрении результатов исследования на предприятиях АО «ЦНИИмаш» и ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева».

#### **6. Оценка содержания диссертации и степени её завершенности**

Диссертационная работа Куимова А.В. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложения. Общий объем работы составляет 217 листов машинописного текста и содержит: рисунков 53, таблиц 30, список литературы включает 122 наименований на 13 листах, приложение (акты внедрения) на 3 листах. Каждая из четырех глав содержит принципиально важные результаты научного исследования Куимова А.В.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, дана оценка степени разработанности темы исследования, приведены объект и предмет исследования, формулируется цель и основные задачи работы, характеризуется степень новизны, обоснованности и достоверности полученных результатов, а также отмечается достаточно высокая степень их апробации.

В первой главе проведен системный анализ основных процессов и условий функционирования СИТО запусков РКН. Обоснована необходимость внедрения адаптивных процедур сбора ТМИ на основе метода «программной кусочно-равномерной дискретизации». Сформирована система показателей и критериев качества СИТО и проведена математическая постановка задачи параметрического синтеза адаптивной

СИТО запусков перспективных РКН, ее декомпозиция на частные задачи, а также разработана структурно-технологическая схема решения поставленной задачи.

Во второй главе разработана структурно-логическая схема методического аппарата параметрического синтеза адаптивной СИТО запусков РКН. Обосновано использование математического аппарата «последовательной оптимизации» для решения поставленной задачи. Разработаны методические основы модели функционирования СИТО, а также детальная методическая схема решения поставленной задачи.

В третьей главе разработаны частные методики, предназначенные для поиска рациональных значений варьируемых параметров адаптивной СИТО, составляющих программу сбора ТМИ при обеспечении запусков РКН. В своей структурированной совокупности упомянутые частные методики органически образуют комплексную методику параметрического синтеза адаптивной СИТО запусков перспективных РКН.

В четвертой главе приведены результаты практических исследований по созданию адаптивной СИТО запусков перспективных РКН. Сформированы исходные данные и проведены расчеты по определению рациональной программы сбора ТМИ при проведении первого сеанса ИТО пуска и полета РКН. С использованием записей ТМИ реальных запусков РКН проведены экспериментальные исследования, которые показали работоспособность разработанного методического аппарата и подтвердили преимущества программного подхода для формирования адаптивных процедур сбора ТМИ при обеспечении запуска РКН.

В заключении сформулированы научные результаты, полученные в работе, и предложения по их дальнейшему использованию.

В диссертации лично автором получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью, отличные от результатов, полученных другими авторами. К таким важнейшим результатам следует, в первую очередь, отнести:

- методику определения количества информации о состоянии РКН в потоке телеметрических сообщений;
- методику рационального распределения ресурса каналов передачи ТМИ между НИП;
- методику формирования рационального потока телеметрических сообщений РКН в каналах передачи ТМИ.

Диссертационная работа Куимова А.В. является законченным научным трудом, она обоснованно структурирована, характеризуется научной строгостью и логической последовательностью изложения материала. Формулировка научной задачи, цель и частные задачи исследования, содержание текста диссертации соответствует теме исследования. Оформление диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук; текст диссертации хорошо иллюстрирован таблицами, графиками, иными материалами в соответствии с современными требованиями.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации и полученные в ней результаты, сформулированные выводы и рекомендации. Основные положения диссертации опубликованы в 15 работах, из них 7 опубликованы в журналах, включенных в перечень ВАК, опубликовано 8 тезисов докладов в сборниках материалов научно-технических конференций и семинаров, в том числе 3 работы принадлежат лично соискателю.

Тема исследования и содержание диссертации соответствует областям исследования специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

## **7. Недостатки в содержании и оформлении диссертации**

В качестве замечаний к тексту диссертации и автореферату можно отметить следующее:

1. Недостаточно выделяется личный вклад соискателя в совместных публикациях, приведённых в списке литературы текста диссертации и в списке публикаций по теме диссертации автореферата. Желательно было бы отразить не только объем авторских листов, но и более конкретно указать, какие положения совместных публикаций принадлежат лично соискателю.

2. В тексте диссертации и в автореферате недостаточно подробно описаны результаты внедрения полученных в диссертации результатов. Так, не отражено, в частности, для выполнения каких конкретных практических задач внедрены результаты и более конкретно изложить получаемый эффект от их внедрения.

3. В параграфах текста диссертации с описаниями разработанных методик и описании их основного содержания в автореферате недостаточно

акцентируется внимание на новизне, их отличии и преимуществах по сравнению с известными и используемыми в настоящее время.

4. В автореферате желательно было бы изложить конкретные рекомендации по созданию адаптивной СИТО запусков РКН, а не ограничиться только лишь указанием их основных направлений.

Однако указанные замечания носят не принципиальный характер для дальнейших исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертации в целом. Замечания, по большому счёту, не снижают также теоретической и практической значимости проведенного автором исследования.

#### **8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Таким образом, диссертация Куимова Андрея Владимировича на тему «Комплексная методика параметрического синтеза адаптивной системы информационно-телеметрического обеспечения запусков перспективных ракет космического назначения» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором, в которой содержится решение важной научной задачи по разработке методического аппарата параметрического синтеза адаптивной СИТО запусков перспективных РКН, имеющей существенное значение для развития технической науки в части разработки прикладных элементов системного анализа, применения положений теории информации и методов оптимизации для решения задач рационального планирования ИТО запусков РКН и направленной на повышение эффективности информационного обеспечения летных испытаний и эксплуатации изделий ракетно-космической техники.

Диссертация написана на высоком научном уровне. Она свидетельствует о достаточно высоком уровне научной подготовки соискателя. Есть основания заключить, что автор имеет большой опыт практической работы и является зрелым сложившимся научным работником высокой квалификации в избранном направлении исследования.

Основные результаты исследования широко опубликованы, в том числе в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, докладывались и обсуждались на конференциях и семинарах. Источники заимствования материала отражены в списке используемой литературы с указанием ссылок по тексту диссертации, что соответствует требованиям п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением



Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Таким образом, из изложенного логично следует вывод о том, что автор рассматриваемой диссертации безусловно достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент

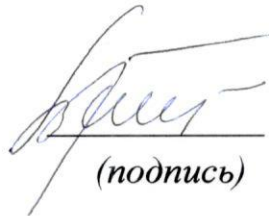
д.т.н., профессор, главный научный сотрудник,

Научно-исследовательский институт космических систем имени А.А. Максимова – филиал Акционерного общества «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»

Почтовый адрес: РФ, 141091, Московская обл., г. Королев, ул. М.К. Тихонравова, дом 27,

телефон: +7(495) 502-83-43

адрес эл. почты: niiks@khrunichev.com



Г.Г. Вокин

(подпись)

«31» августа 2022 г.

Подпись Вокина Григория Григорьевича удостоверяю

Главный специалист  
по работе с персоналом



Дитковская Елена Анатольевна

(подпись)

С отзывом ознакомлен  
01.09.2022 