

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Старков Александр Владимирович

Тема диссертации: Разработка методики управления потоками целевой информации при функционировании космической системы дистанционного зондирования Земли

Специальность: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 26 декабря 2019 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Старкову Александру Владимировичу ученую степень доктора технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета В.Н. Евдокименков, В.Т. Бобронников, Л.В. Вишнякова, В.А. Воронцов, А.В. Ефремов, С.Ю. Желтов, К.А. Занин, Ю.С. Кан, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.Н. Падалко, В.Г. Петухов, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, Г.Г. Райкунов, В.В. Родченко, К.И. Сыпало, Ю.В. Тюменцев, М.М. Хрусталеv.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.12, д.т.н., профессор


В.Н. Евдокименков



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2019 г., протокол № 31

О присуждении **Старкову Александру Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка методики управления потоками целевой информации при функционировании космической системы дистанционного зондирования Земли» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» принята к защите «25» сентября 2019, протокол № 18, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Старков Александр Владимирович 1967 года рождения. В 1984 г. окончил Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе по специальности «Управление полетом» с присвоением квалификации «инженер-системотехник». В 1993 г. окончил Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «Прикладная математика» с присвоением квалификации «математик».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» на тему «Синтез алгоритмов управления космическими аппаратами с учетом требований безопасности проведения динамических операций» защитил в 2012 году в диссертационном совете Д 212.125.12, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет, МАИ)», 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г. (диплом кандидата наук ДКН № 184193, приказ № 221/нк-2 от 20 мая 2013 г.)

В период подготовки диссертации соискатель Старков Александр Владимирович работал на кафедре «Системный анализ и управление» МАИ в должности доцента. Соискатель работает в должности доцента кафедры «Системный анализ и управление» МАИ.

Диссертация выполнена в МАИ на кафедре «Системный анализ и управление» института №6 «Аэрокосмический».

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Системный анализ и управление» МАИ, Малышев Вениамин Васильевич.

Официальные оппоненты:

1. Баранов Андрей Анатольевич – гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»

2. Кузнецов Алексей Евгеньевич – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, почетный работник науки и техники РФ, первый заместитель директора НИИ обработки аэрокосмических изображений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный технический университет имени В.Ф. Уткина»

3. Салмин Вадим Викторович – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры космического машиностроения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») г. Химки, Московская область, в своем положительном отзыве, обсужденном на заседании научно-технического совета предприятия (протокол №3 от 17.10.2019 г.), подписанном ведущим научным сотрудником, доктором технических наук В.К. Сыроевым, начальником отдела, ученым секретарем НТС, кандидатом технических наук А.Е. Шахановым и утвержденным заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором С.Н. Шевченко, указала, что диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной проблемы создания методики управления потоками целевой информации при функционировании космической системы дистанционного зондирования Земли. В работе усовершенствованы методы и алгоритмы управления потоками информации с учетом сложной системо-технической структуры и технологических ограничений

наземного комплекса, что позволяет повысить производительности создаваемых интегрированных систем ДЗЗ. Диссертационная работа Старкова Александра Владимировича соответствует требованиям, изложенным в пунктах 9-14, 25 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» (авиационная и ракетно-космическая техника).

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, включающих 12 статей опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, 4 работы в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных SCOPUS, 1 работа в издании, индексируемой в международной реферативной базе данных Web Of Science. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:

1. Емельянов А.А., Малышев В.В., Старков А.В., Гришанцева Л.А., Зубкова К.И., Зай Яр Вин. Анализ и формирование показателей эффективности в задаче распределения потоков целевой информации при функционировании космических систем ДЗЗ // Научно-технический вестник Поволжья №8 2019, с. 28-31 (3 с. авт., № 1414 в перечне ВАК по состоянию на 03.04.2019)

Представлены результаты системного анализа функционирования космических систем ДЗЗ в части анализа и формирования показателей эффективности для решения задачи оптимизации, в качестве которых обосновывается выбор времени и стоимости.

2. Емельянов А.А., Малышев В.В., Старков А.В., Гришанцева Л.А., Зубкова К.И., Зай Яр Вин. Результаты экспериментальной отработки математической модели распределения потоков целевой информации при функционировании космических систем ДЗЗ // Научно-технический вестник Поволжья №8 2019, с. 32-36 (4 с. авт., № 1414 в перечне ВАК по состоянию на 03.04.2019)

Представлены результаты экспериментальной отработки распределения потоков целевой информации при функционировании космической системы ДЗЗ по данным и на средствах Оператора космических средств ДЗЗ. Описаны основные компоненты программно-моделирующего комплекса. Проведена демонстрация результатов его работы в условиях, приближенных к реальным.

3. Емельянов А.А., Малышев В.В., Смольянинов Ю.А., Старков А.В. Формализация задачи оперативного планирования целевого функционирования разнотипных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // Труды МАИ, 2017, №96,

http://mai.ru/upload/iblock/8cc/Emelyanov_Malyshev_Smolyaninov_Starkov_rus.pdf
(18 с. авт., № 1846 в перечне ВАК по состоянию на 23.11.2016)

Представлены вопросы, связанные с формализацией задачи планирования и разработкой комплекса взаимоувязанных математических моделей, необходимых для формирования оптимальных программ управления съемкой в реальной объектовой обстановке на заданном интервале планирования.

4. Емельянов А.А., Малышев В.В., Нгуен Виет Хоай Нам, Старков А.В. Математическая модель функционирования наземного сегмента обработки данных ДЗЗ в части распределения процессов обработки // Научно-технический вестник Поволжья №2 2018 с.74-79 (5 с. авт., № 902 в перечне ВАК по состоянию на 01.01.2018)

В статье приведены математические модели основных процессов при моделировании функционирования наземного сегмента обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

5. Малышев В.В., Старков А.В., Толстенков П.С., Фёдоров А.В. Методы поддержания параметров структуры высокоорбитальной группировки космических аппаратов для компенсации ухудшения её функциональных возможностей // Космонавтика и ракетостроение. ЦНИИмаш 2017. № 2 (95). С. 37-45. (7 с. авт., № 763 в перечне ВАК по состоянию на 23.11.2016)

Представлены закономерности эволюции высокоорбитальных группировок, на основе которых предложены стратегии коррекций для компенсации ухудшения функциональных возможностей.

6. Малышев В.В., Старков А.В., Федоров А.В. Методика разработки программно-моделирующего комплекса для отработки средств проведения динамических операций космических аппаратов // Электронный журнал «Труды МАИ», 2012, № 57. (15 с. авт., № 1414 в перечне ВАК по состоянию на 03.04.2019)

Представлены подходы к разработке архитектуры и технического облика программно-моделирующего комплекса.

7. Малышев В.В., Старков А.В., Федоров А.В. Синтез оптимального управления при решении задачи удержания космического аппарата в орбитальной группировке // Космонавтика и ракетостроение, 2012, №4(69). ЦНИИмаш, с. 150-158. (8 с. авт., № 1146 в перечне ВАК действующим до 30.11.2015)

В статье приведены результаты решения задачи управления удержанием трассы космического аппарата в окрестности заданной географической долготы восходящего узла

8. Малышев В.В., Старков А.В., Федоров А.В. Программно-моделирующий комплекс для отработки средств проведения динамических операций космических аппаратов // Вестник компьютерных и информационных технологий, 2012, №9, Москва: Издательский дом «СПЕКТР», с. 7-12. (5 с. авт., № 262 в перечне ВАК действующим до 30.11.2015)

Представлены основные элементы программно-моделирующего комплекса, имеющего открытую архитектуру и реализующего дискретно-событийный принцип моделирования.

9. Малышев В.В., Старков А.В., Федоров А.В. Орбитальные коррекции космических аппаратов при выполнении динамических операций // Известия РАН. Теория и системы управления, 2013, №2, с.154-166. (10 с. авт., № 963 в перечне ВАК действующим до 30.11.2015)

Представлена обобщенная техническая задача проведения орбитальных коррекций, которая сводится к решению задачи синтеза оптимального управления в линейной стохастической системе с аддитивными неслучайными возмущениями.

10. Малышев В.В., Старков А.В., Федоров А.В. Методика актуализации банков данных объектов космического назначения // Вестник Московского Авиационного Института. Том 19. Выпуск №4, 2012 (15 с. авт., № 289 в перечне ВАК действующим до 30.11.2015)

Представлены вопросы программной архитектуры, модели данных и средств организации межпрограммного взаимодействия системы информационного обеспечения объектов космического назначения.

11. Ахрамович С.А., Малышев В.В., Старков А.В. Математическая модель движения беспилотного летательного аппарата в бикватернионной форме // Общероссийский научно-технический журнал «ПОЛЕТ», №4 2018 с.9-20 (6 с. авт., № 1990 в перечне ВАК по состоянию на 01.01.2018)

В статье приведены классические динамические уравнения поступательного и вращательного движения и лемма о представлении их в бикватернионной форме.

12. Ахрамович С.А., Баринов А.В., Малышев В.В., Старков А.В. Синтез системы управления беспилотного летательного аппарата по высоте методом бэкстеппинга // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2018. Т. 17, № 2. С. 7-22. DOI: 10.18287/2541-7533-2018-17-2-7-22 (9 с. авт., № 334 в перечне ВАК по состоянию на 01.01.2018)

В статье приведены общие подходы для формирования математической модели в бикватернионной форме и синтеза закона управления методом бэкстеппинга.

Статьи в журналах, индексируемых в иностранных библиографических и реферативных базах данных (SCOPUS, Web Of Science):

1. Emelianov A.A., Grishantseva L.A., Zubkova K.I., Malyshev V.V., Nguyen Viet Hoai Nam, Starkov A.V., Zay Yar Win. Mathematical model of ERS data processing ground segment operation in terms of processing distribution // IAA/AAS

SciTech Forum 2018. Advances in the Astronautical Sciences. CA, USA: Univelt Inc. Volume 170, p. 495-503 (SCOPUS)

2. Zay Yar Win, Malyshev V.V., Bobronnikov V. T., Starkov A.V. The joint solution of problem of evasion and keeping in a neighborhood reference orbit // IAA/AAS SciTech Forum 2018. Advances in the Astronautical Sciences. CA, USA: Univelt Inc. Volume 170, p. 31-39 (SCOPUS)

3. Malyshev V.V., Starkov A.V., Zay Yar Win. The Decision of Problems of Evasion When Holding the Geostationary Satellites in the Neighborhood of The Reference Orbit // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, Vol. 10, 13-Special Issue, 2018, Pages: 53-58 (SCOPUS)

4. Malyshev V. V., Starkov A. V., Fedorov A. V. Formation Keeping Strategy for a Quasi-Zenith GLONASS Complement // 3rd IAA Conference on Dynamics and Control of Space Systems 2017. Advances in the Astronautical Sciences., CA, USA: Univelt Inc. Volume 161, 2017, p.1129-1140 (SCOPUS)

5. Malyshev V.V., Starkov A.V., Fedorov A.V.. Orbital Corrections of Space Vehicles while Performing Dynamic Operations // Journal of Computer and Systems Sciences International, 2013, Vol. 52, No. 2, pp. 3 13–325. (Web Of Science)

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», ведущая организация. Отзыв положительный.

К работе имеются следующие замечания:

1. В результатах не достаточно подробно рассмотрены рекомендации по концепции развития территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ: требования к количеству пунктов, их оснащению вычислительными мощностями и общей информационной производительности и др.

2. Не совсем ясно, как в предложенных в работе показателях учитывается существенное различие систем ДЗЗ по назначению и тактико-техническим характеристикам, например гидрометеорологическая система «Электро» с разрешением 1км и «Канопус-В» с разрешением в единицы метров.

3. Не ясно, как при моделировании съемки площадных объектов учитывается ограничение на интервал времени, необходимый для успокоения КА после перенацеливания, например, на странице 184 в пункте д) допускается считать изменения тангажа скачкообразным.

2. **Баранов Андрей Анатольевич**, официальный оппонент, доктор физико-математических наук. **Отзыв положительный**, заверен ученым секретарем ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, к.ф.-м.н. А.И. Масловым.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. Не обоснован выбор всего двух ограничений при решении задачи (стр. 94): ограничение на число одновременно выполняемых процессов и ограничение на объем информации.

2. Для задачи планирования вводятся всего две качественные оценки приоритета заявки: обычная и важная. Целесообразно было ввести количественную оценку (например, от 1 до 5) и использовать эту оценку при поиске оптимального решения задачи планирования.

3. Коррекция наклона и плоскостных элементов орбиты рассматриваются отдельно, что не оптимально, существует простое оптимальное решение.

4. В работе основное внимание уделено коррекции отдельных элементов орбит, что связано со стремлением использовать аналитические решения. На практике часто требуется одновременная коррекция нескольких элементов орбит.

5. Не рассматривается маневрирование с малой тягой, которое широко используется в КА, осуществляющих дистанционное зондирование Земли.

6. Рассматривается только абсолютное (жесткое) поддержание конфигурации системы. Даже не упоминается о возможности относительного (гибкого) поддержания.

7. Не рассматриваются задачи формирования заданной конфигурации спутниковой системы, которые, как правило, являются задачами встречи.

8. Не предусмотрена возможность экстренного изменения орбиты КА с целью обеспечения важного наблюдения.

9. Приоритетным является время проведения коррекции, хотя целесообразно приоритетным сделать время важного наблюдения.

3. **Кузнецов Алексей Евгеньевич**, официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, почетный работник науки и техники РФ, **отзыв положительный**, заверен начальником управления кадрами РГРТУ А.Н. Быстровым.

Замечания по диссертационной работе.

1. В первой главе диссертации проведен анализ проблемных вопросов в отечественных системах ДЗЗ, но при этом не были проанализированы особенности планирования потоков целевой информации в зарубежных системах ДЗЗ.

2. Исследования, проведенные автором, касаются только высокоинформативных систем ДЗЗ объектовой съемки. Поэтому в диссертации не

следовало бы приводить характеристики систем гидрометеорологического наблюдения земной поверхности типа «Метеор-М» и «Электро-Л».

3. В третьей главе при получении модели движения для прогнозирования состояния КА подробно рассматриваются известные математические соотношения, которые можно было бы опустить.

4. В пятой главе подробно описана структура программно-моделирующего комплекса и входящих в него программных модулей. При этом собственно методика построения этого комплекса изложена не достаточно полно.

5. Положения, выносимые на защиту, должны представляться в соответствии с формулой: что предложено, на чем основано и что позволяет получить. В этой связи не понятно, как результаты экспериментальной обработки могут быть представлены в виде защищаемого научного положения.

6. Замечание по форме – в диссертации имеются опечатки при изложении текста и формул. Например, дублируется рубрикация на стр.9.

4. **Салмин Вадим Викторович**, официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. **Отзыв положительный**, заверен ученым секретарем Самарского университета, д.т.н., профессором В.С. Кузмичевым.

Замечания по диссертационной работе

1. Первая глава диссертации «Формализации задачи управления потоками целевой информации при функционировании космической системы ДЗЗ» имеет слишком большой объем (более 100 стр.). Часть материала, представляющего несомненный интерес, могла бы быть вынесена в приложение.

2. В списке литературных источников практически нет публикаций иностранных авторов, внесших существенный вклад в разработку теории и методов управления потоками целевой информации космических систем ДЗЗ (например, П. Фортескью, Ф. Шатель и др.).

3. Методический подход к решению задачи оптимизации распределения потоков целевой информации при функционировании космической системы ДЗЗ (глава 2) изложен бегло и не содержит теоретического ядра результатов диссертации.

4. В главе 4 диссертации, в п. 4.3.1 производится расчёт времени выполнения передачи информации согласно формуле 4.27. Однако в формуле допущена ошибка, т.к. при перемножении пропускной способности канала, выраженного в объём/сутки, и объёма передаваемой информации размерность времени (сутки) получена быть не может. Очевидно, что вместо операции умножения, в формуле должна быть операция деления.

5. Пятая глава диссертации посвящена разработке программно-моделирующего комплекса для оптимизации распределения потоков целевой информации при функционировании космической системы ДЗЗ. Однако

отсутствует ссылка на полученные с участием автора диссертации свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, что существенно ограничивает его практическое применение и значимость.

5. Акционерное общество «Российские космические системы», научный центр оперативного мониторинга Земли, отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заместителем начальника отделения, д.т.н. В.В. Куршиным и заместителем начальника отдела, к.т.н. А.В. Борисовым, заверен ученым секретарем АО «Российские космические системы», к.т.н. С.А. Федотовым.

В качестве замечаний необходимо отметить следующие:

1. Приведенная в автореферате методика распределения целевой информации не в полной мере отражает ситуацию, когда в систему поступает заявка, требующая обязательного исполнения. В этом случае потребуются обязательное резервирование имеющихся ресурсов в системе, которое автор мог бы явно представить в виде дополнительного ограничения.

2. Из автореферата до конца не ясно, как система должна реагировать при возникновении ситуации, когда по каким-либо причинам процесс обработки заявки будет прерван.

6. Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан первым заместителем генерального директора – начальником ЦУП, д.т.н. М.М. Матюшиным и ученым секретарем ЦУП, главным научным сотрудником, к.ф.-.м.н. А.М. Титовым

Вместе с тем необходимо отметить следующие недостатки к содержащимся в автореферате материалам:

1. Не представлен анализ зарубежных публикаций по исследуемой тематике.

2. Не представлена в достаточной мере методика формирования ограничений, связанных с нештатными технологическими и иными календарными перерывами возникающими в работе наземных средств обработки данных.

3. Не уделяется достаточного внимания низкоорбитальным космическим аппаратам, для которых данная работа наиболее востребована, чем для подробно рассмотренных высокоорбитальных.

7. Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан начальником НТК «Специальные космические комплексы и системы», д.т.н. А.В. Шпаком и начальником лаборатории, главным конструктором АФУ КА, д.т.н.

А.Ю. Федотовым, заверен заместителем генерального директора по научной работе В.Я. Гечей.

В качестве замечаний к автореферату можно отметить, что:

1. В работе недостаточно внимания уделено обоснованию выбора методов решения одно и двух критериальной задачи оптимизации поиска решения на графе.

2. Рисунки 5 и 6 практически дублируют друг друга, достаточно было привести один формализованный рисунок для моделей процесса обработки информации космическим и наземным сегментами.

8. Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан ведущим инженером-конструктором, д.т.н., профессором В.Е. Чеботаревым и ведущим инженером сектора разработки баллистического и навигационного обеспечения КА Ю.Л. Булыниным, утвержден заместителем генерального конструктора по разработке космических систем, общему проектированию и управлению космическими аппаратами, к.т.н. А.В. Кузовниковым.

Основываясь на автореферате можно сделать следующие замечания:

1. В автореферате приводятся результаты отработки предложенной автором методики определения стратегии коррекций. При этом, для некоторых типов рассмотренных орбит, в качестве подтверждения их корректности, целесообразно провести сравнительный анализ с существующими аналогами.

2. Из материалов не ясно, как на длительных интервалах прогнозирования применяется методика расчета стратегии коррекций в случае, когда фазовая траектория, описывающая эволюцию корректируемого параметра находится в установившемся режиме и представляет собой предельный цикл.

9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан профессором кафедры СМ-3, д.т.н., профессором В.В. Бетановым и утвержден руководителем НУК СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., профессором В.Т. Калугиным.

Вместе с тем, она [*работа*] не свободна от отдельных недостатков.

1. Не вполне ясно, какими соображениями руководствовался автор, считая априори известными статистические характеристики случайных факторов, входящих в модель (4).

2. Полученное решение в виде линейного оптимального закона управления (5) удовлетворяет условиям коррекции по выбранному параметру, но, при этом,

не учитывает изменение эксцентриситета орбиты, что может оказаться существенным при проведении последующих плановых операций.

10. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан проректором по научной и инновационной деятельности, д.ф.-м.н., профессором Ю.Ю. Логиновым, заверен ученым секретарем СибГУ им. М.Ф. Решетнёва А.Е. Гончаровым.

Вместе с тем необходимо отметить отдельные недостатки, не влияющие на суть полученных при проведении исследований научных результатов и выводов:

1. В достаточной мере не представлена методика формирования ограничений, связанных с нештатными технологическими и иными календарными перерывами возникающими в работе наземных средств обработки данных.

2. Не приведены оценки оперативности решения задачи планирования распределения потоков целевой информации в задачах большой размерности (при большом количестве заявок, процессов и возможностей их обработки).

11. Институт космических технологий Инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан первым заместителем – заместителем по научной работе директора Инженерной академии, профессором департамента механики и мехатроники Института космических технологий, д.т.н. С.А. Купреевым, заверен ученым секретарем Ученого Совета РУДН, д.ф.-м.н. В.М. Савчиным.

В то же время, на фоне общей положительной оценки данной работы, можно сделать ряд замечаний.

1. В основу предложенных автором эмпирических моделей для расчета стоимости обработки информации автором положены упрощенные модели А.А. Лебедева и О.П. Нестеренко. В них присутствует параметр $C_{уд}$, о котором сказано лишь, что он «существенно зависит от уровня развития техники и нуждается в периодическом уточнении на основании обработки статистических данных по различным КА». Целесообразно было бы привести методику его уточнения.

2. В автореферате недостаточно четко указано, как учитывается значение показателя «стоимость» («оперативность») в случае однокритериальной оптимизации по показателю «оперативность» («стоимость») соответственно.

12. Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального конструктора, заместителем генерального директора по координатно-временному и навигационному обеспечению космических систем и комплексов, д.т.н., с.н.с. В.В. Пасынковым и утвержден генеральным конструктором, первым заместителем генерального директора, д.т.н., профессором, заслуженным деятелем науки РФ В.Д. Шаргородским.

1. В качестве замечания следует отметить, что в работе недостаточно внимания уделено ситуации с передачей сигнала через спутник ретранслятор, хотя, судя по автореферату, методика может быть легко адаптирована и для такой возможности за счет добавления еще одного уровня процессов в космическом сегменте (см. рисунок 7).

13. Филиал Акционерного общества «Объединенная ракетно-космическая корпорация» – «Научно-исследовательский институт космического приборостроения», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником сектора, к.т.н. В.Л. Воронцовым, заверен ученым секретарем НТС филиала АО «ОРКК» – «НИИ КП» к.т.н. А.С. Смирновым.

1. В качестве замечания следует отметить, что в предложенной методике, при расчете времени обработки процесса, не в полной мере учитываются возможности потери данных в канале приема/передачи информации, который, в такой системе, может быть реализован в различных вариантах (оптиково-волоконный кабель, радиоканал, радиоканал с использованием ретрансляторов и т.п.).

14. Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан первым заместителем генерального директора А.В. Скорупским и заместителем генерального директора, к.п.н. М.А. Сергеевой, утвержден генеральным директором А.А. Бибпевой.

1. Не освещена методика для формализации процесса получения заявок и формирования пакетов для их обработки.

2. В автореферате в качестве объектов съемки рассмотрены точечные и площадные типы. Для более целостной картины было бы целесообразно рассмотреть сложные распределенные площадные объекты и, соответственно, методы проверки возможности их наблюдения.

15. Федеральное казенное учреждение «Научный центр безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации», отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан ведущим научным

сотрудником, к.т.н., доцентом О.Ю. Мониной, утвержден заместителем начальника ФКУ «НЦ БДД МВД России» Е.М. Мухиным

По содержанию рассматриваемой диссертационной работы необходимо сделать замечание.

1. В работе недостаточно внимания уделено вопросу универсализации предложенной методики за счет более глубокой формализации моделей процесса обработки информации. Это следует из рисунков 5 и 6, на которых видно, что с точностью до входного потока и некоторого отличия в ограничениях они совпадают.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом проектирования и практического использования космических систем ДЗЗ, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

АО «НПО Лавочкина» является ведущей организацией ракетно-космической промышленности по разработке, изготовлению и практическому использованию автоматических космических комплексов и систем для проведения дистанционного зондирования Земли, фундаментальных научных исследований, а также решения задач планирования съемки и управления группировками космических аппаратов различного назначения. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подписано учеными, которые непосредственно занимаются вопросами, связанными с планированием целевого функционирования космических систем наблюдения.

Баранов Андрей Анатольевич – автор более 70 работ, имеет патенты на изобретение. Под руководством А. А. Баранова проводятся исследования по разработке требований к космическим аппаратам различного назначения для определения стратегии коррекций, ведется разработка высокоэффективных средств прогнозирования движения космических объектов, разрабатываются методы оптимального маневрирования космических аппаратов на орбитах.

Кузнецов Алексей Евгеньевич – почетный работник науки и техники РФ, автор более 80 работ, является признанным специалистом по созданию и практическому применению наземных средств обработки космической информации дистанционного зондирования Земли различного назначения. Результаты научных исследований нашли применение в АО «Ракетно-космический центр «Прогресс», АО «Корпорация ВНИИЭМ, ФГБУ «НИЦ «Планета», АО «НИИ ТП», АО «ЦНИИмаш» и др.

Салмин Вадим Викторович – заслуженный деятель науки РФ, автор более 200 работ, имеет 9 патентов на изобретение, является экспертом в области системного анализа и комплексного применения космических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на различных этапах жизненного цикла, динамики и управления движением летательных аппаратов.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Красильщиков Михаил Наумович	д.т.н., проф., 05.13.01
Бобронников Владимир Тимофеевич	д.т.н., проф., 05.13.01
Вишнякова Лариса Владимировна	д.т.н., проф., 05.13.18
Желтов Сергей Юрьевич	д.т.н., академик РАН, 05.13.01
Кан Юрий Сергеевич	д.ф.-м.н., проф., 05.13.18
Константинов Михаил Сергеевич	д.т.н., проф., 05.07.09
Петухов Вячеслав Георгиевич	д.т.н., чл.-корр. РАН, 05.07.09
Почукаев Владимир Николаевич	д.т.н., проф., 05.13.01
Разумный Юрий Николаевич	д.т.н., проф., 05.07.09
Райкунов Геннадий Геннадьевич	д.ф.-м.н., проф., 05.07.09

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем**, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Сформулирована математическая постановка задачи рационального управления информационными потоками для разнотипной аппаратуры КА ДЗЗ в условиях ограничений производительности наземного комплекса и ряда случайных факторов.
2. Проведена декомпозиция проблемы управления потоками данных системы ДЗЗ, предложена структура входящих в систему элементов, основных рабочих процессов и математических моделей их взаимодействия.
3. Сформированы показатели качества, позволяющие сравнивать варианты разработанных системных решений.
4. Разработана взаимоувязанная совокупность математических моделей, необходимых для рационального управления информационными потоками, в которых учтены модели технологических циклов работы с космическим аппаратом (ограничения на проведение съемки, обслуживание служебных систем, коррекция орбиты и др.). Показана возможность повышения уровня автоматизации распределения потоков целевой информации.
5. Предложена архитектура программной реализации перечисленных моделей в рамках специализированного программно-моделирующего комплекса.
6. Рассмотрены варианты рационального распределения потоков данных между составными частями наземного комплекса ДЗЗ и проведена оценка показателей качества.

Новизна полученных результатов заключается в том, что впервые предложена методология решения новой проблемы управления сверхбольшими потоками целевой информации в системе ДЗЗ на основе сквозного планирования процессов обработки заявок потребителей и представления ее как сложной информационной организационно-технической системы. Сформулирована, обладающая новизной, математическая постановка оптимизационной задачи и определены, входящие в ее состав взаимосвязанные математические модели. Впервые предложена единая форма представления моделей элементов системы как функции преобразования объема входной информации в объем выходной информации при наличии ограничений и обоснована возможность сведения задачи распределения процессов обработки информации по элементам космической и наземной инфраструктуры к задаче одно или двухкритериальной оптимизации с поиском решения на графе.

Теоретическая значимость заключается в усовершенствовании системотехнической модели космической системы ДЗЗ. Созданы теоретические основы управления потоками целевой информации в системе ДЗЗ, в которых отражена особенность интегрирования разнородных орбитальных группировок, функционирующих в контуре планирования, и системы обработки и доставки информации единым оператором ДЗЗ. Впервые учитывается взаимосвязь процессов функционирования элементов и требований потребителей к продуктам ДЗЗ по стоимости и оперативности доставки.

Практическая значимость работы заключается в создании методов и средств исследований, которые могут быть непосредственно использованы для совершенствования создаваемой в рамках Федеральной космической программы системы ДЗЗ с КА, оснащенными разнотипной аппаратурой наблюдения. Кроме того, в работе предложен технический облик нового программно-моделирующего комплекса для рационального распределения потоков целевой информации при функционировании космической системы ДЗЗ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается следующими актами о внедрении результатов диссертации:

1. В рамках составной части научно-исследовательской работы «Определение актуальных направлений развития и модернизации средств приема, обработки, хранения и распространения космической информации дистанционного зондирования Земли для решения социально-экономических задач в части работ 2016-2018 годов»(шифр: СЧ НИР «ЕТРИС-Перспектива-2018») и составной части научно-исследовательской работы «Проектно-поисковые исследования по созданию математической модели и СПО анализа и проектного синтеза космических систем ДЭЗ» (шифр СЧ НИР: «Оператор ДЗЗ-2018») результаты диссертации внедрены в технологический контур Оператора

космических средств ДЗЗ (Научный центр оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы»).

2. По результатам диссертации совместно с АО «Российские космические системы» создано и передано для государственной регистрации в Госкорпорацию «Роскосмос» следующее специальное программное обеспечение: «Распределение информационных потоков Единой территориально-распределенной информационной системы» (исх. от 15.10.2018 №РКС 25-2560), «Оператор ДЗЗ» (исх. от 15.10.2018 № РКС 25-2558).

3. Результаты диссертационной работы использовались в АО «ЦНИИмаш» при баллистико-навигационном обеспечении полета космического комплекса «Канопус-В», а также при решении задач ситуационного анализа состояния орбитальной группировки космических аппаратов научно-социального и экономического назначения через командный пункт центра ситуационного анализа, координации и планирования.

4. Основные результаты работы использованы в рамках выполнения государственного задания по проекту № 9.7505.2017/БЧ «Разработка методики системного проектирования оптимальных структур орбитальных многоцелевых группировок КА, принципов и методов их построения в целях обеспечения реализации задач наблюдения, навигации и связи»

5. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс МАИ для проведения лабораторных работ, курсового и дипломного проектирования по направлениям подготовки 27.05.01 «Специальные организационно-технические системы», 27.04.03 – «Системный анализ и управление».

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в организациях, осуществляющих проектирование и управление отечественной системой ДЗЗ, таких как АО «Российские космические системы», АО «ЦНИИмаш», АО «НПО Лавочкина», а также при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для космических систем «Электро», «Арктика», «Сфера» и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что основные положения диссертации опираются на современный математический аппарат и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Соискателем разработаны и используются корректные математические модели и алгоритмы. В рамках исследования автором грамотно применены общие и специальные методы обработки информации, анализа и синтеза сложных технических систем, в том числе метод математического моделирования.


В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

Изложенные в диссертационной работе результаты **являются новыми научно-обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для развития космической отрасли страны в части повышения эффективности использования единой территориально-распределенной информационной системы дистанционного зондирования Земли.

На заседании 26 декабря 2019 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Старкову Александру Владимировичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
Д 212.125.12, д.т.н., профессор


М.Н. Красильщиков

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.12, д.т.н., профессор


В.Н. Евдокименков

«26» декабря 2019 г.

