

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.12

**Соискатель:** Галиханов Никита Кадимович

**Тема диссертации:** Формирование облика системы определения ориентации перспективного космического аппарата ГЛОНАСС

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

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:**


На заседании 28 ноября 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 Галиханову Никите Кадимовичу ученую степень кандидата технических наук.

**Присутствовали:** председатель диссертационного совета В.В. Малышев, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников; М.Н. Красильщиков; В.С. Брусов; В.А. Воронцов; В.Н. Евдокименков; А.В. Ефремов; А.И. Кибзун; М.С. Константинов; В.П. Махров; С.Н. Падалко; В.Г. Петухов; В.Н. Почукаев; Г.Г. Райкунов; Г.Г. Себряков; К.И. Сыпало; Ю.В. Тюменцев; А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.



 А.В. Старков

## **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 кандидата технических наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.11.2019 г., протокол № 26

О присуждении **Галиханову Никите Кадимовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Формирование облика системы определения ориентации перспективного космического аппарата ГЛОНАСС» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» принята к защите «25» сентября 2019, протокол № 17, 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** Галиханов Никита Кадимович 1992 года рождения, в 2015 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (государственный технический университет)» по специальности «Прицельно-навигационные системы летательных аппаратов» с присуждением квалификации «инженер».

**В период подготовки диссертации** обучался в очной аспирантуре на кафедре №704 «Информационно-управляющие комплексы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (приказ №16/асп от «20» августа 2015 г.), которую окончил в 2019 году.

**Соискатель работает** в должности научного сотрудника Центра обработки информации КОС филиала «Прецизионного навигационно-баллистического обеспечения» АО «НПК «СПП».

**Диссертация выполнена** в МАИ на кафедре «Информационно-

управляющие комплексы».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель генерального директора, заместитель генерального конструктора акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения», профессор кафедры «Информационно-управляющие комплексы» МАИ **Пасынков Владимир Викторович**.

**Официальные оппоненты:**

**1. Вокин Григорий Григорьевич** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник отделения подготовки научных кадров Научно-исследовательского института космических систем имени А.А. Максимова – филиала АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева».

**2. Белоконов Игорь Витальевич** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заведующий межвузовской кафедрой космических исследований 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 «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе» г. Санкт-Петербург, дало **положительное заключение** (заключение было заслушано и одобрено на заседании НТС АО «КБ «Арсенал» (протокол заседания от 18 октября 2019 г.), подписано советником генерального директора по стратегическому планированию, заслуженным деятелем науки РФ, доктором технических наук, профессором А.П. Ковалевым, начальником отдела организации и сопровождения научной деятельности, кандидатом военных наук А.Л. Борщиным). Отзыв утвержден первым заместителем генерального директора АО «КБ «Арсенал» А.И. Шевкуновым.

В заключении указано, что диссертация Галиханова Н.К. соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)», является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые научные результаты, которые обладают научной и практической значимостью. Диссертация содержит решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для развития методов и средств совершенствования компонент системы управления КА ГЛОНАСС, и, в целом, вносит вклад в

поддержание конкурентоспособного уровня системы ГЛОНАСС. Диссертация обладает внутренним единством изложения, выводы обоснованы, а результаты, основные положения и рекомендации достоверны. По совокупности признаков, работа удовлетворяет критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

**Основные результаты диссертационной работы** изложены в 4-х научных работах, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК. Всего по теме диссертации соискатель имеет 14 опубликованных работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Галиханов Н.К., Титов Е.В. Формализация задачи формирования облика системы ориентации и стабилизации перспективных космических аппаратов ГЛОНАСС [Текст]: журнал «Двойные технологии». – Королев: Изд-во СИП РИА, 2018. – ISSN 1680-2780. – №2(83). – С.28-31. (3 с. авт., № 532 в перечне ВАК от 01.01.2018)

Представлены результаты анализа архитектур систем ориентации и стабилизации (СОС) навигационных КА, отмечено предложение по применению известного подхода к разработке архитектуры навигационных систем КА в рамках рассматриваемой проблематики. Приведен вариант формализации научной задачи формирования облика СОС.

2. Галиханов Н.К., Титов Е.В. Об особенностях реализации жестко (сильно) связанной схемы интеграции данных в интересах системы стабилизации и управления ориентацией перспективного КА системы ГЛОНАСС [Текст]: журнал «Двойные технологии». – Королев: Изд-во СИП РИА, 2018. – ISSN 1680-2780. – №4(85). – С.24-28. (4 с. авт., № 792 в перечне ВАК от 30.11.2018)

Соискателем представлены математические модели измерения терминала межспутниковой лазерной навигационно-связной системы (МЛНСС) и блока датчиков угловых скоростей (ДУС). Приведена схема жестко (сильно) связанной интеграции измерений терминалов МЛНСС и ДУС.

3. Галиханов Н.К., Титов Е.В. Особенности программной реализации комплекса имитационного моделирования, как средства формирования облика СОС перспективных КА системы ГЛОНАСС [Текст]: журнал «Двойные технологии». – Королев: Изд-во СИП РИА, 2018. – ISSN 1680-2780. – №4(85). – С.98-103. (4,5 с. авт., № 792 в перечне ВАК от 30.11.2018)

Соискателем представлена архитектура программно-математического комплекса имитационного моделирования процесса функционирования перспективных КА системы ГЛОНАСС. Представлен алгоритм и результаты имитационного моделирования для частного случая конфигурации системы.

4. Галиханов Н.К. Алгоритм поиска решения задачи определения пространственной ориентации в СОС перспективных КА системы ГЛОНАСС при реализации жестко (сильно) связанной схемы интеграции данных МЛНСС и МБИС [Текст]: журнал «Двойные технологии». – Королев: Изд-во СИП РИА, 2019. – ISSN 1680-2780. – №1(86). – С.81-87. (№ 686 в перечне ВАК от 14.01.2019)

Соискателем представлены модели МЛНСС и малогабаритного блока измерения скоростей (МБИС). Приведен алгоритм реализации жестко (сильно) связанной схемы комплексирования измерений терминалов МЛНСС и МБИС на основе каскадного фильтра Калмана в три этапа.

**В диссертационной работе отсутствуют достоверные 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 «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе» (ведущая организация). Отзыв положительный.**

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации не в полной мере приведено обоснование выбора порога яркости ориентира (равного  $4^{(m)}$ ) и минимального углового расстояния между ориентирами (равного  $15^\circ$ ) при формировании бортового астрокаталога.

2. В списке сокращений и обозначений отражены не все используемые в работе сокращения (например, TRIAD). И наоборот, в указанном списке имеются сокращения, не встречающиеся в тексте (например, FOV).

3. В тексте автореферата сокращение «КА» используется до того, как оно было введено.

4. В тексте автореферата и диссертации не указано о какой величине «погрешности определения параметров ориентации по самому точному каналу», (равной  $0.075^\circ$ ), идет речь. Имеется ли ввиду предельная погрешность или по уровню?

**2. Вокин Григорий Григорьевич (официальный оппонент), доктор технических наук, профессор. Отзыв положительный, заверен начальником отдела по работе с персоналом и ведения делопроизводства НИИ КС имени А.А. Максимова – филиала АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» О.В. Иваненко.**

К работе имеются следующие замечания.

1. Не полно представлены методические аспекты решения задачи предварительного анализа оптической измерительной информации терминалов межспутниковой системы связи, имея в виду поиск и идентификацию ориентира по бортовому каталогу звезд.

2. Недостаточно отражены технологические особенности реализации разработанной автором методической схемы решения задачи оценивания ориентации КА с точки зрения проектирования межспутниковой лазерной линии связи.

3. С точки зрения эффективной организации комплексированной обработки измерений различной физической природы было бы целесообразно все соответствующие логические операции объединить в единый управляющий блок.

4. Представленные рекомендации по применению разработанного облика не отражают полной картины использования измерений инерциального блока, в частности, не приведены конкретные требования к допустимым величинам его инструментальных погрешностей.

5. Нельзя не отметить, что в ряде случаев имеют место опечатки, не приводящие, правда, к затруднениям понимания текста.

6. Надо отметить также, что чтение диссертации затрудняется представлением многих уравнений в векторной форме, хотя это и оправдано темой и ограниченным объемом изложения результатов исследования.

**3. Белоконов Игорь Витальевич** (официальный оппонент), доктор технических наук, профессор. **Отзыв положительный**, заверен ученым секретарем Самарского университета В.С. Кузьмичевым.

К работе имеются следующие замечания.

1. Не приведены рекомендации по частоте переходов в режим калибровочного маневра.

2. Недостаточно обоснован выбор полусуточного интервала для проведения имитационного моделирования работы разработанной системы.

В качестве замечания, носящий рекомендательный характер И.В. Белоконов отмечает, что в тексте работы не указано, что наряду с повышением точности работы системы определения ориентации КА должны параллельно и в соответствующем соотношении проводиться мероприятия по повышению точности работы органов управления СОС.

**4. Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем начальника ИАЦ КВНО, кандидатом технических наук С.А. Пановым, научным консультантом, кандидатом технических наук Н.И.

Казновским. Отзыв заверен главным ученым секретарем предприятия, доктором технических наук, профессором Ю.Н. Смагиным.

Отмечены следующие замечания.

1. В таблице 1 приведены требования к точности поддержания ориентации КА «Глонасс-К2», на котором предполагается размещение МЛНСС. Однако, в материалах автореферата не приведено вклада данной погрешности в ошибку ЭО (положение фазового центра АФУ, вклад в немоделируемые ускорения, например, за виток). Кроме того, в материалах автореферата не показана невозможность выполнения требований ТЗ по точности ориентации традиционными средствами СОС, а также не приведено, какую максимальную ошибку можно получить на малых и больших углах СОЗ традиционными средствами СОС. Отсутствие этих данных в автореферате не позволяет в полной мере оценить актуальность данной работы.

2. В материалах диссертации предложен новый облик интегрированной системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС на основе двух терминалов МЛНСС и МБИС, не связанную с составом датчиков ориентации СОС на основе ПОЗ и ПОС. Таким образом, утверждение о том, что предлагаемый облик СОС нечувствителен к большим и малым углам СОЗ известно априори, т.к. в предлагаемой СОС не используется Земля и Солнце в качестве ориентиров.

3. В материалах автореферата предлагается в СОС вместо ПОЗ и ПОС использовать два терминала МЛНСС, однако. МЛНСС имеет свою задачу и не может обеспечивать постоянную работу в качестве датчика ориентации. В материалах автореферата не указано, полученный уровень пространственной ориентации  $0,01^\circ$  соответствует мгновенному значению, либо это прогнозное значение на определенный промежуток времени. Если это соответствует мгновенному значению, то в материалах отсутствует оценка скорости роста ошибки ориентации и прогнозных сроков повторного решения задачи определения пространственной ориентации с использованием терминалов МЛНСС.

4. Используемый для сравнения в материалах диссертации вариант построения СОС на основе ПОЗ, ПОС и датчика угловых скоростей действителен только для КА «Глонасс-М» и КА «Глонасс-К», на которых отсутствуют МЛНСС, а также для КА «Глонасс-К2» №13Л и 14Л, оснащенных МЛНСС, серийное изготовление которых не планируется. Начиная с КА «Глонасс-К2» №24Л в состав СОС включен прибор звездный (ПЗВ) 362К (астродатчик), основными задачами которого является повышение точности ориентации и компенсация погрешности на больших и малых углах СОЗ. Сравнительный анализ достижимых

точностных характеристик реализуемого СОС и предложенного диссертантом варианта не рассмотрен. Также не рассмотрена возможность повышения точности СОС за счет дополнительного использования в составе СОС информации МЛНСС. Таким образом, практическая значимость предложенного диссертантом варианта СОС по сравнению с реализуемым на КА «Глонасс-К2» недостаточно обоснована.

**5. Акционерное общество «ВПК «НПО машиностроения».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным научным сотрудником отделения 4, кандидатом технических наук, И.Н. Абезяевым, ученым секретарем НТС предприятия, кандидатом физико-математических наук Л.С. Точиловым. Отзыв утвержден заместителем Генерального директора, заместителем Генерального конструктора по космическому направлению П.А. Широковым.

Отмечен следующий недостаток: в явном виде не указано, из каких соображений выбран использованный в работе сценарий проведения имитационного моделирования, а именно – интервал моделирования (виток) не отражает в полной мере годовые изменения конфигурации системы «Солнце-КА-Земля».

**6. Научно-исследовательский институт космических систем имени А.А. Максимова – филиал АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным научным сотрудником, доктором технических наук, профессором В.С. Чаплинским, главным научным сотрудником, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником В.П. Коноваловым, ведущим научным сотрудником, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником М.В. Левским. Отзыв утвержден руководителем филиала, доктором технических наук, профессором М.И. Макаровым.

В качестве замечаний по автореферату отмечены следующие.

1. Из материалов автореферата не видно были ли использованы реальные (не модельные) измерения МЛНСС и МБИС, если использовались, то полученные по каким КА ГЛОНАСС и на каком временном интервале.

2. В автореферате представлены рекомендации по применению разработанного облика СОС в части определения параметров ориентации КА, при этом не приведены рекомендации по функционированию МБИС, хотя данный элемент архитектуры СОС имеет существенное значение в рамках предложенной схемы интеграции измерений.

**7. ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником сектора, доктором технических наук М.В. Михайловым, заверен



ученым секретарем ПАО «РКК «Энергия» кандидатом физико-математических наук О.Н. Хатунцевой.

В качестве замечаний отмечено следующее:

1. Не в полной мере приведены характеристики калибровочного маневра (частота интервалов включения).

2. Из автореферата не ясно, как автор решает проблему однозначной идентификации звезды, рассматриваемой в качестве ориентира, при малом угловом поле БС МЛНСС.

**8. Акционерное общество «Российские космические системы».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем начальника отдела 0604, кандидатом технических наук В.К. Лариным, ведущим научным сотрудником отдела 0604, кандидатом технических наук В.Е. Вовасовым и заверен ученым секретарем АО «РКС», кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником С.А. Федотовым.

В качестве замечаний отмечено.

1. При решении задачи определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС не рассматривалась возможность применения разнесенных по корпусу антенн для оценки ориентации по сигналам с Земли, что, наверняка, автором рассматривалось в качестве альтернативы, хотя и не отражено в автореферате.

**9. Акционерное общество «Ракетно-космический центр «ПРОГРЕСС».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального конструктора по научной работе, кандидатом технических наук М.В. Борисовым, главным конструктором – начальником отделения В.А. Типуховым, научным советником, доктором технических наук, профессором В.П. Макаровым, ведущим инженером-конструктором, кандидатом физико-математических наук Е.К. Яковлевым и утвержден первым заместителем генерального директора – генеральным конструктором, доктором технических наук Р.Н. Ахметовым.

В отзыве приведены следующие замечания:

1. В материалах автореферата на стр.4 не указано о какой величине «погрешности определения параметров ориентации по самому точному» каналу идет речь. Вероятно, имеется в виду предельная погрешность, но явно это не определено.

2. В тексте автореферата не отражены рекомендации к допустимым величинам начальной неопределенности выставки МБИС.

3. В автореферате недостаточно полно освещено текущее состояние рассматриваемых в работе вопросов, отсутствует сравнительный анализ полученных в работе результатов с результатами других авторов.

4. В материалах автореферата не приведена количественная оценка влияния предложенных методов определения ориентации навигационных КА на точностные характеристики навигационных сигналов системы ГЛОНАСС.

5. В материалах автореферата отсутствуют результаты натуральных экспериментов, подтверждающие эффективность применения предложенных в работе методов, алгоритмов, программных комплексов.

**10. Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского.** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, составлен и подписан доцентом кафедры Космических аппаратов и средств межорбитальной транспортировки, кандидатом технических наук, доцентом А.В. Шаговиковым, подписан начальником кафедры Космических аппаратов и средств межорбитальной транспортировки, доктором технических наук, доцентом А.А. Абдурахимовым и утвержден заместителем начальника Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского по учебной и научной работе, доктором технических наук, профессором Ю. Кулешовым.

В качестве замечаний отмечено.

1. В тексте автореферата не в полной мере приведено описание алгоритма мониторинга целостности, а именно: не указано каким методом автор предлагает осуществлять расчет квантиля распределения Пирсона.

2. Из текста автореферата не ясно должны ли осуществляться измерения терминалов МЛНСС синхронно?

**11. Акционерное общество «Корпорация «ВНИИЭМ».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором В.Я. Геча.

Замечания отсутствуют.

**12. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан директором НИИ космического машиностроения Самарского университета, доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ В.В. Салминым, доцентом кафедры космического машиностроения, кандидатом технических наук В.В. Волоцуевым и заверен ученым секретарем Самарского университета, доктором технических наук, профессором В.С. Кузьмичевым.

В качестве замечаний отмечено:

1. Соискателем не проведено исследование влияния перехода КА в режим калибровочного маневра на конечную точность местоопределения потребителей системы ГЛОНАСС в оперативном и апостериорном режимах.

2. Не приведены результаты по частоте переходов КА в режим калибровочного маневра на всем жизненном цикле спутников орбитальной группировки. Возможно возникновение ситуации, когда частое переключение КА между режимами функционирования приведет к необходимости совершенствования технических характеристик аппаратной части контура управления и увеличения энерговооруженности КА в целом.

**13. Акционерное общество «Научно-производственное объединение им С.А. Лавочкина».** Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем начальника отдела баллистики и навигации, доктором технических наук А.Е. Назаровым, ведущим математиком отдела баллистики и навигации, кандидатом технических наук А.В. Симоновым, математиком 2-й категории отдела баллистики и навигации, кандидатом технических наук Е.С. Гордиенко и утвержден заместителем генерального конструктора по научной работе, доктором технических наук, профессором С.Н. Шевченко.

В качестве замечаний отмечено:

1. Из представленных материалов не следует, что рекомендуемый автором переход в режим поиска ориентира при нарушении требований к точности начального определения ориентации КА решает проблему однозначной идентификации звезды, рассматриваемой в качестве ориентира, и исключает ситуации перехода КА в неориентированное состояние.

2. При моделировании воздействия неконтролируемых факторов не указано, какие именно возмущения учитываются при анализе движения спутника. В тексте автореферата не указаны модель КА ГЛОНАСС, его массовые и геометрические характеристики, влияющие на движение КА. Нам представляется, что интервал моделирования (1 виток) слишком мал.

3. Автор использует метод Монте-Карло (статистических испытаний) и проводит всего лишь 100 реализаций. К сожалению, такое малое количество экспериментов едва ли позволит получить закон нормального распределения.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Акционерное общество «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе» является ведущей организацией в области создания и исследования космических систем и технических комплексов космического аппарата, а также их составных частей. С 1969 года Конструкторское бюро занимается космической тематикой, а с начала 80-х годов стало головным предприятием по космическим комплексам дистанционного зондирования Земли. Отзыв по диссертационной работе подготовили и утвердили сотрудники предприятия, которые являются признанными специалистами по вопросам тематики диссертации: заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор А.П. Ковалев является экспертом в области системного анализа и комплексного моделирования ракетно-космических систем на различных этапах жизненного цикла; А.И. Шевкунов специалист в области технических комплексов, узлов и агрегатов космического аппарата.

**Вокин Григорий Григорьевич** – автор более двухсот научных работ, из которых девяносто опубликовано в научной печати. Имеет двадцать изобретений и патентов, пять из которых являются крупными. Работы профессора Г.Г. Вокина вносят существенный вклад в теорию систем управления ракетно-космических объектов различного назначения. Результаты научных исследований нашли применение при обосновании перспектив развития систем управления ракетно-космических объектов и их боевого оснащения, а также при реализации мероприятий по воссозданию и развитию инфраструктуры отечественной индустрии программного обеспечения. Профессором Г.Г. Вокиным создана научная школа по теории систем управления ракетно-космических объектов с информационными средствами на новых физических принципах, подготовлено более десяти дипломированных ученых. Является академиком Международной академии информации и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского.

**Белоконов Игорь Витальевич** – автор более ста двадцати публикаций в отечественных и зарубежных журналах и сборниках статей. Имеет четырнадцать патентов. Является экспертом в области разработки и исследования систем навигации летательных и космических аппаратов, навигации с использованием глобальных спутниковых систем, системного анализа и управления в сложных технических системах авиационно-космического назначения. Действительный член международной общественной организации «Академия навигации и управления движением». Вице-президент Приволжского отделения Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского.

### **В дискуссии приняли участие:**

<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, шифр специальности в совете</b>
ПЕТУХОВ В.Г.	д.т.н., 05.07.09
БОБРОННИКОВ В.Т.	д.т.н., 05.13.01
СЫПАЛО К.И.	д.т.н., 05.13.01
КОНСТАНТИНОВ М.С.	д.т.н., 05.07.09
ПОЧУКАЕВ В.Н.	д.т.н., 05.13.01
КРАСИЛЬЩИКОВ М.Н.	д.т.н., 05.13.01

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

1. Сформирован облик интегрированной системы определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС, включая её архитектуру, состав аппаратных средств, математические модели и алгоритмы функционирования, в том числе алгоритмы оценки расширенного вектора состояния КА, обеспечивающий повышение точности определения параметров ориентации.

2. Разработан специализированный программный комплекс имитационного моделирования процессов функционирования интегрированной системы ориентации и стабилизации перспективного КА системы ГЛОНАСС.

3. Получены результаты имитационного моделирования процесса функционирования интегрированной системы определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС.

4. Разработаны рекомендации по применению сформированного облика системы определения ориентации КА.

**Новизна полученных результатов** заключается в разработке облика системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС на основе комплексирования измерительной информации терминалов МЛНСС и МБИС КА в рамках жестко (сильно) связанной схемы, а также в оригинальном трехэтапном алгоритме определения вектора состояния КА, отличающемся от существующих включением в состав уточняемых величин калибровочных поправок двух терминалов МЛНСС и МБИС.

**Теоретическая значимость исследования обоснована** тем, что разработанные соискателем алгоритмы и методики вносят вклад в расширение стохастических методов определения ориентации космического аппарата и систематических погрешностей измерительных устройств. Автором работы удачно предложено использовать известный классический подход к формированию интегрированных систем навигации КА в рамках формирования облика систем определения ориентации КА с использованием перспективных астрооптических средств.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается** актами о внедрении результатов диссертации в составной части научно-исследовательской работы «Исследование направлений повышения точности системы ГЛОНАСС и ГЛОНАСС навигации потребителей. Совершенствование системы ЭВО. Разработка предложений по топологии развертывания глобальной сети измерительных и контрольных станций (включая оптические)» (Шифр: СЧ НИР «Развитие-МО-СПП») в рамках ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы» от АО «НПК «СПП» и в учебном процессе кафедры 704 «Информационно-управляющие комплексы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

**Практическая значимость** исследования обоснована тем, что разработанный облик системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС и рекомендации по его применению позволяют повысить точность определения ориентации КА до  $0.01^\circ(3\sigma)$ , что в свою очередь вносит вклад в поддержание конкурентоспособности системы ГЛОНАСС в условиях повышающихся требований потребителей.

**Результаты диссертационной работы рекомендуются** к использованию при разработке новых и совершенствованию существующих образцов бортового оборудования КА ГЛОНАСС, обосновании требований к космическому сегменту навигационных систем, разработке программно-методического обеспечения систем ориентации и стабилизации навигационных КА.

**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 имитационного 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 расширения практического использования системы ГЛОНАСС.

На заседании 28 ноября 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 Галиханову Никите Кадимовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 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 – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета  
Д 212.125.12, д.т.н., профессор

  
В.В. Малышев

Ученый секретарь диссертационного совета  
Д 212.125.12, к.т.н.  
«28» ноября 2019 г.

  
А.В. Старков

