

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Белый Руслан Владимирович

Тема диссертации: Комплексная методика формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли

Специальность: 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 28 декабря 2021 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Белому Руслану Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета, д.т.н. проф. Денискин Ю.И.; заместитель председателя, д.т.н. проф. Бойцов Б.В.; ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., проф. Абашев В.М.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Комков В.А.; д.т.н., проф. Куприков М.Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н., доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А.С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Председатель  
диссертационного совета Д 212.125.10  
д.т.н., профессор

Ю.И. Денискин

Учёный секретарь  
диссертационного совета Д 212.125.10  
к.т.н., доцент

А.Р. Денискина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28 декабря 2021 г. № 36

О присуждении **Белому Руслану Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Комплексная методика формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли» по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 28 октября 2021 г. (протокол заседания № 26) диссертационным советом Д212.125.10 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02 ноября 2012 г.

Соискатель Белый Руслан Владимирович, 03 февраля 1989 года рождения.

В 2012 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности «Космические летательные аппараты и разгонные блоки», а также военную кафедру МАИ по специальности «Ремонт и эксплуатация самолетов, вертолетов и авиационных двигателей». В 2015 году окончил (по очной форме обучения) федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дипломатическая академия Министерства иностранных дел Российской Федерации» по специальности 380301 «Экономика» по профилю «Мировая экономика» (факультет «Мировая экономика»). В период подготовки диссертации проходил обучение в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 601 «Космические системы и ракетостроение» по направлению подготовки 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника», по научной специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

В настоящее время соискатель работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в должности инженера НИО 601 кафедры «Космические системы и ракетостроение».

**Диссертация выполнена** на кафедре 601 «Космические системы и ракетостроение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

**Научный руководитель** – кандидат технических наук **Ламзин Владимир Алексеевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра 601 «Космические системы и ракетостроение», доцент.

**Официальные оппоненты:**

**Мятов Геннадий Николаевич**, доктор технических наук, доцент, акционерное общество «Ракетно-космический центр «Прогресс», заместитель главного конструктора;

**Волоцув Владимир Валериевич**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра космического машиностроения имени Генерального конструктора Д.И. Козлова, доцент дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация**, акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИМаш»), г. Королев, Московская область, в своём положительном отзыве, подписанном начальником Центра автоматических космических систем и комплексов, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Матвеевым Сергей Алексеевичем, заместителем начальника отдела 10301, ученым секретарем секции НТС Центра автоматических космических систем и комплексов, кандидатом технических наук Яковлевым Александром Александровичем, указала, что диссертационная работа Белого Руслана Владимировича представляет собой законченный, выполненный на высоком уровне научный труд, содержащий результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Отмечено, что научная новизна определяется, прежде всего, оригинальностью и новизной методики формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, основанной на комплексировании различных подходов к синтезу технического облика с учетом современных тенденций в создании космических аппаратов оптико-электронного наблюдения, результатов отечественных и зарубежных научно исследовательских и опытно конструкторских работа, современных требований, предъявляемых к качеству и оперативности получения космической информации, рекомендаций по формированию орбитальной группировки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли из нескольких типов спутников с учетом минимально допустимых требований к каждому типу.

Практическая значимость работы заключается в возможности использовать полученные в ней теоретические результаты, при изменении состава целевой аппаратуры провести выбор оптимальных проектных

решений для формирования технических заданий на разработку перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.

Положительный эффект при этом достигается через формирование предложений в Федеральную космическую программу по адресному выделению финансовых ресурсов на реализацию мероприятий обеспечения заданных эксплуатационных характеристик перспективных технических систем.

Работа представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор – Белый Руслан Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы.

Научные публикации соискателя посвящены:

- анализу состояния и перспектив развития оптико-электронных и радиолокационных космических систем наблюдения;
- анализу перспективные технологии миниатюризации космических аппаратов;
- методам уменьшения размерности пространства исследуемых параметров космических аппаратов и формирования информативного набора наиболее значимых характеристик космических аппаратов, определяющих эффективность его функционирования;
- исследованиям оптимальности выбора орбитальных параметров при проектировании космических систем дистанционного зондирования Земли;
- разработке методов формирования технического облика перспективных космических аппаратов оптико-электронного наблюдения;
- вопросам рационального применения и распределения ресурса орбитальной группировки мониторинга Земли.

Авторский вклад заключается в разработке и применении методики, позволившей на основе опытных данных с учетом динамики функциональных связей и ограничений сформировать технический облик перспективных изделий на заданный период времени, базируясь на выбранных показателях эффективности. Полученные автором результаты позволяют учесть закономерности эволюционного развития техники и технологий и, одновременно, революционные изменения, связанные с внедрением новых изобретений, открытий, а также развивают теоретические и методологические основы формирования тактико-технических характеристик космических аппаратов дистанционного зондирования Земли на начальных этапах проектирования.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Перечень работ, рецензируемых ВАК:

1. Белый, Р.В., Мовляв, А.С. Анализ перспективных технологий миниатюризации космических аппаратов дистанционного зондирования Земли / Р.В. Белый, А.С. Мовляв // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2020. – Том 179, № 6. – Москва: Изд-во «Корпорация «ВНИИЭМ». – С. 23–27.
2. Белый, Р.В., Мовляв, А.С. Методика формирования информационного набора параметров оказывающего наибольшее влияние на функционирование КА ДЗЗ с учетом выбранных критериев эффективности / Р.В. Белый, А.С. Мовляв // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2020. – Том 179, № 6. – Москва: Изд-во «Корпорация «ВНИИЭМ». – С. 42–46.
3. Белый, Р.В., Мовляв, А.С. Требования к построению орбитальной группировки при проектировании перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли / Р.В. Белый, А.С. Мовляв // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2021. – Том 182, № 3. – Москва: Изд-во «Корпорация «ВНИИЭМ». – С. 32–38.

Монографии:

4. Инновационное развитие и космос: военные аспекты стратегии и экономики : монография / Р.В. Белый, А.С. Харланов, М.М. Харламов, Б.Б. Иманбаев. – Москва: РУСАЙНС, 2020. – 88 с.

Другие публикации:

5. Белый, Р.В., Ламзин, В.А. Вопросы рационального планирования целевой аппаратуры и распределения ресурса КС ДЗЗ / Р.В. Белый, В.А. Ламзин // Сборник тезисов докладов 53-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга, 2018. – С. 323–324.
6. Белый, Р.В., Харланов, А.С. Состояние и направление развития военных оптико-электронных и радиолокационных космических систем наблюдения США / Р.В. Белый, А.С. Харланов // Сборник научных трудов конференции «Мировая экономика в условиях глобальной неопределенности трендов развития и рисков». – Москва: Изд-во «Сам полиграфист», 2020. – С. 47–57.
7. Белый, Р.В. Методика формирования информационного набора параметров, характеризующих технический облик космических аппаратов ДЗЗ / Р.В. Белый // Тезисы докладов Восьмой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания космических систем ДЗЗ». – Москва: АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2020. – С. 4–5.
8. Белый, Р.В., Харланов, А.С. Анализ глобальных угроз России при развитии систем космического вооружения США как построение системы тотального военного доминирования / Р.В. Белый, А.С. Харланов // Научно-практический журнал «Образование. Наука. Научные кадры». – 2020. – №1. – С. 85–91.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы.** В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий анализ работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость и рекомендации по использованию результатов. Все отзывы положительные.

**Отзыв на диссертацию ведущей организации** – акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Не полное соответствие содержания диссертации ее названию: имеет место несоответствие между широким названием диссертации и более узким рассмотрением только одного класса КА ДЗЗ – КА оптико-электронного наблюдения.

2. Цель диссертационных исследований по сути лишь уточняет название работы, что не совсем корректно. Цель было бы целесообразно связать, например, с повышением эффективности функционирования перспективных КА ДЗЗ или со снижением затрат на их создание.

3. Не достаточно четко обоснована новизна полученных результатов, в работе не показаны отличия разработанной методики от аналогичных методик, используемых для обоснования облика КА ДЗЗ на других предприятиях и организациях отрасли.

4. Необходимо было бы уточнить определение «технический (проектный) облик КА».

5. Большое количество частных показателей, определяющих формируемый технический облик КА, а также экспертный подход, используемый в методике, затрудняют формализацию разработанной методики и верификацию полученных результатов.

6. В работе не представлены результаты экспериментальной проверки и подтверждения работоспособности предлагаемой методики, отсутствует пример программной реализации.

Тем не менее, представленные замечания по диссертационной работе Р.В. Белого не изменяют её общей положительной оценки.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Мятова Геннадия Николаевича** – доктора технических наук, доцента, заместителя главного конструктора акционерного общества «Ракетно-космический центр «Прогресс».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В диссертационной работе рассматриваются ТТХ оптико-электронных КА ДЗЗ и выработаны соответствующие комплексные статистические показатели, поэтому правильнее было бы сделать уточнение в



названии диссертационной работы, что это формирование технического облика перспективных оптико-электронных КА ДЗЗ.

2. В диссертационной работе отсутствуют ссылки на аналогичные работы, например, в НПО им. С.А. Лавочкина проводилась научная работа С.В. Самойловым, в рамках которой решена задача оптимизации выбора проектных параметров оптико-электронных КА с ограничением на погрешность координатной привязки целевой информации и на стоимость реализации точностных параметров КА.

3. В связи с уменьшением веса и габаритов КА стал возможен групповой запуск МКА, поэтому следует рассматривать показатели качества не отдельного МКА, а группировки МКА. Возникает системный эффект от применения сразу нескольких единиц или десятков МКА, который позволяет перекрыть показатели отдельного как «большого», так и малого спутника. Однако в диссертационной работе не уделено внимание вопросу достижения комплексных показателей группировки МКА ДЗЗ.

Приведенные замечания не снижают значимость результатов, полученных в диссертационной работе, и не влияют на положительную оценку выполненной работы в целом.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Волоцуева Владимира Валериевича** – кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры космического машиностроения имени Генерального конструктора Д.И. Козлова» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Исходными данными для экспериментальных расчетов с использованием комплексной методики являются мнение экспертов. Какое количество экспертов, и с какой квалификацией, необходимо для проведения анализа?

2. В моделях комплексной методики, судя по тексту диссертации, используются функции корреляции. Насколько можно доверять таким функциям в определении вполне точных параметров оптической системы на

будущее (к примеру, зависимость фокусного расстояния от линейного разрешения на местности)?

3. Для реализации алгоритмов комплексной методики используется иностранное программное обеспечение Statistica 10.0 (Dell Technologies, США) и TableCurve 3D (Systat, США). Не существует ли российское программное обеспечение для реализации алгоритмов методики?

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа Белого Р.В. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему на высоком научно-техническом уровне и результаты которой можно квалифицировать как решение научной задачи.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-производственное объединение имени С.А. Лавочкина»,** подписанный ведущим специалистом бортовых целевых комплексов, кандидатом технических наук Самойловым С.Ю. и утвержденный заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором Шевченко С.Н.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате нет описания работ по данному направлению, выполненных до диссертационной работы автора и внесших ранее существующий вклад в данное направление.

2. Из текста автореферата не ясно, можно ли полученные научные положения использовать применительно к высокоорбитальным спутникам, находящимся на геостационарной орбите.

3. Из текста автореферата не ясно, можно ли полученные научные положения использовать применительно к спутникам, получающим информацию в радиодиапазоне.

4. В автореферате описано два метода выявления значимых характеристик основанный на результатах анализа экспертных оценок и метода главных компонент. Из текста не ясно, какой из этих двух методов использован в работе.

5. В автореферате не представлены математические модели основных показателей функционирования КА ДЗЗ – информативности, производительности и оперативности.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Государственный космический научно-производственный центра имени М.В. Хруничева»,** подписанный ученым секретарем НТС КБ «Салют», начальником отдела, кандидатом технических наук Белкиным А.А., начальником отдела Положенцевым А.Е., ведущим конструктором Михеевым О.В. и утвержденный первым заместителем генерального конструктора КБ «Салют» АО «ГНКПЦ им. М.В. Хруничева», доктором технических наук, профессором Владимировым А.В.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В автореферате в таблице 1 приведены требования к стоимости перспективных образцов КА ДЗЗ. Однако везде в последующем изложении, в том числе в обосновании данных итоговых таблиц по сравнительному анализу характеристик существующих и перспективных КА различного назначения, стоимостные показатели создания КА не учитываются.

2. В работе автор ограничился рассмотрением только аппаратов высокого и сверхвысокого разрешения, хотя в настоящее время в России и за рубежом уделяется большое внимание созданию широкозахватных КА ДЗЗ с аппаратурой среднего разрешения, позволяющих с высокой периодичностью осуществлять съемку, например, всей территории России. Добавление таких КА в состав исследуемых в работе повысило бы, на наш взгляд, ее практическую значимость.

3. В автореферате не четко сформулировано понятие технического облика КА ДЗЗ: в начале изложения это некоторое обобщенное понятие, включающее, как указано на листе 5 «совокупность структурных и параметрических данных, отражающих наиболее существенные технические решения и особенности КА ДЗЗ, состав и способ объединения его функционально связанных элементов между собой, а также тактико-технические характеристики КА в целом», далее по тексту это просто информативный набор параметров КА, характеризующий его технический

облик. Это затрудняет понимание формализма описания постановки задачи (в том числе записи целевой функции) и последовательности решения.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы»),** подписанный кандидатом технических наук, заместителем начальника 2601 Научного центра оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы» Мертвищевым В.А., заместителем начальника Научного центра оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы» Веремчуком Ю.А.

Отзыв положительный. Замечания отсутствуют.

**Отзыв на автореферат диссертации «Научно-исследовательского испытательного центра (г. Курск) федерального государственного унитарного предприятия 18 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации»,** подписанный ведущим научным сотрудником научно-исследовательского управления, кандидатом технических наук Чегловым А.В.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В приведенной методике параметры КА определяются вне зависимости от целевого назначения КС, что в общем случае некорректно.

2. Проведенная классификация перспективных КА ДЗЗ на три различных типа по функциональным особенностям, а именно на сверхвысокого разрешения, КА картографии высокого разрешения и малые КА высокого и сверхвысокого разрешения, является весьма грубой и не учитывает назначение КС, количество КА в КС, высоту и наклонение орбиты, массогабаритные характеристики и др.

3. Ряд операций в предлагаемой методике формирования информативного набора параметров (восстановление данных с использованием аналитических зависимостей, компонентный анализ) не описан. Не приведены информационно-аналитическая модель КА ДЗЗ и описание информационной базы КА ДЗЗ.

4. Алгоритмы оформлены не в виде блок-схем, что затрудняет их понимание.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-производственная Фирма «ИнфоСистем-35»**, подписанный научным сотрудником, доктором технических наук Максимовым В.Г. и генеральным директором Семенюком И.Б.

Отзыв положительный. Имеется замечания:

1. Соискатель принял большое количество ограничений и допущений в ходе исследования, что несколько сужает область применения методики.
2. В автореферате отсутствует информация об изучаемых и уже реализованных прототипах КА ДЗЗ.

**Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина»**, подписанный заместителем начальника ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» по науке и развитию, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Дубининым В.И.

Отзыв положительный. Отмечены недостатки:

1. В автореферате не представлены ссылочные данные на технические характеристики КА ДЗЗ, которые использовались при построении моделей.
2. Не рассмотрен вопрос экономической эффективности, которую можно получить от внедрения полученных результатов в аэрокосмическую промышленность.

**Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «Красногорский завод им. С.А. Зверева» (ПАО «КМЗ»)**, подписанный начальником отдела НТЦ, кандидатом технических наук Осиповичем И.Р., заверенный и.о. директора научно-технического центра ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева» Тышкуновым Н.В.

Отзыв положительный. В качестве замечания отмечено недостаточная аргументация в выборе материалов оптических компонентов и корпусных элементов оптической системы ДЗЗ, в том числе преимущества применения карбида кремния.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»**, подписанный начальником отдела, кандидатом технических наук Пугачом И.Ю. и утвержденный заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором Гечей В.Я.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В своем исследовании соискатель проводит многокритериальную оценку и оптимизацию альтернативных проектно-конструкторских решений перспективных КА ДЗЗ по набору частных показателей эффективности космической системы мониторинга. Однако автореферат непонятен сам алгоритм оценки: то ли находится лучшее решение в смысле Парате (не улучшения частных показателей), то ли в смысле экстремума некоторой свертки частных показателей?

2. Из автореферата, не ясно, как учитывается масса топлива малых КА, необходимая для маневров по поддержанию орбиты на столь низких высотах (табл. 2, 3-й столбец).

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-исследовательский институт точных приборов» (АО «НИИ ТП»)**, подписанный и.о. заместителя генерального директора – главным конструктором по наземной инфраструктуре, кандидатом технических наук Емельяновым А.А. и начальником отдела Макеровым А.И.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Предложенные в работе подходы направлены на решение задачи синтеза облика КА ДЗЗ, главным образом, видového наблюдения сверхвысокого разрешения. При этом в алгоритмах не учитываются спектрорадиометрические показатели целевой аппаратуры, что ограничивает применение предложенной методики для синтеза группировки высокого и среднего пространственного разрешения природоресурсного или экологического мониторинга, а также для КА радиолокационного наблюдения.

2. Область существования предложенной методики локализуется применением для определения облика КА ДЗЗ, в то время как актуальность отмеченной в автореферате современной постановки задачи требует комплексного рассмотрения в контексте многоспутниковой группировки. Синтез, оценки производительности и эффективности применения КА ДЗЗ происходит без учёта:

- параметров баллистического построения орбитальной группировки КА;
- параметров и циклограммы работы бортовой высокоскоростной радиолинии, наземной инфраструктуры приёма, обработки и предоставления целевой информации;
- динамических параметров манёвренности платформы КА (перенацеливания оптической оси) в задаче обеспечения объектового наблюдения и стрипового покрытия площадей наблюдения.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их многолетним опытом, профессионализмом и компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Белого Руслана Владимировича и подтверждается их научными публикациями в данной отрасли.

**Мятов Геннадий Николаевич** имеет ученую степень доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации и кандидата технических наук по специальности 05.13.07 – Автоматизация технологических процессов и производств. За предыдущие 5 лет имеет не менее 8 научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Волоцув Владимир Валериевич** имеет ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов. За предыдущие 5 лет имеет не менее 7 научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Вышеизложенное позволяет считать, что выбор официальных оппонентов является обоснованным,** соответствует Постановлению Правительства РФ о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. и Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденному приказом Министерства образования и науки РФ № 1093 от 10 ноября 2017 г.

**Выбор ведущей организации** обоснован тем, что она является головным научно-исследовательским институтом Госкорпорации «Роскосмос», представляет собой основной аналитический центр в области общесистемных исследований проблем развития ракетно-космической техники России, в том числе в области проектирования и разработки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. В ведущей организации проводятся работы по наземной экспериментальной отработке изделий ракетно-космической технике, а также проектно-поисковые исследования по созданию автоматических космических систем и комплексов. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают опытом проектирования и расчета тактико-технических характеристик космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Это позволяет им оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов исследования, а также сформировать рекомендации по практическому использованию этих результатов для предприятий отрасли, занимающихся проектированием и эксплуатацией космических аппаратов мониторинга Земли. Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Анализ мировых тенденций развития фотоприёмных устройств в составе бортовой аппаратуры космических аппаратов. Часть 2. Современные КМОП-приемники излучения для космического базирования / А.И. Медведева, Ю.А. Пластинин, И.Ю. Скрыбышева [и др.] // Космонавтика и ракетостроение. – 2021. – № 2 (119). – С. 173–186.

2. Балухто, А.Н. Технология мультиагентного управления маршрутизации данных в многоспутниковых сетевых системах



дистанционного зондирования Земли / А.Н. Балухто // Космонавтика и ракетостроение. – 2021. – № 3 (120). – С. 85–97.

3. Космическая система мониторинга чрезвычайных ситуаций и ее составляющие / А.А. Асташкин, А.В. Карелин, Ю.А. Кузьмин [и др.] // Космонавтика и ракетостроение. – 2021. – № 4 (121). – С. 123–131.

4. Комплексная методика оценки экономической целесообразности проектирования космических аппаратов в целях решения разнородных технико-экономических задач / В.И. Великоиваненко, Д.Д. Кутоманова, Д.Г. Пантенков [и др.] // Космонавтика и ракетостроение. – 2020. – № 3 (114). – С. 38–48.

5. Галузин, В.А., Кутоманов, А.Ю., Матюшин, М.М., Скобелев, П.О. Обзор современных методов планирования работы перспективных космических систем / В.А. Галузин, А.Ю. Кутоманов, М.М. Матюшин, П.О. Скобелев // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2020. – Т. 21, №11. – С. – 639–650.

6. Ключников, В.Ю., Романов, А.А., Концептуальное проектирование космических систем на основе LEAN-принципов / В.Ю. Ключников, А.А. Романов // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 42–56.

7. Ключников, В.Ю. Принципы построения и управления целевым функционированием кластера космических аппаратов наблюдения с распределенной оптической апертурой / В.Ю. Ключников // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. – 2019. – № 1. – С. 45–54.

8. Карелин, А.В., Твердохлебова, Е.М., Шувалов, В.А., Яковлев, А.А. Концепция создания систем мониторинга гидрометеорологической и геофизической обстановки / А.В. Карелин, Е.М. Твердохлебова, В.А. Шувалов, А.А. Яковлев // Космонавтика и ракетостроение. – 2019. – № 4 (109). – С. 129–140.

9. Маленков, А.А. Выбор проектных решений при проектировании системы беспилотных летательных аппаратов в условиях многоцелевой неопределенности / А.А. Маленков // Вестник Московского авиационного института. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 7–15.

10. Ключников, В.Ю. Методология комплексного прогнозирования технологического развития ракетно-космической техники / В.Ю. Ключников // Космонавтика и ракетостроение. – 2017. – № 2 (95). – С. 13–25.

11. Великоиваненко, В.И., Жиганов, В.Н. Методика многокритериального выбора перспективного варианта проекта ракетно-космической техники / В.И. Великоиваненко, В.Н. Жиганов // Космонавтика и ракетостроение. – 2017. – № 2(95). – С. 5–12.

12. Карпунин, Д.Н. Перспективные бортовые средства подтверждения точностных характеристик аппаратуры дистанционного зондирования Земли / Д.Н. Карпунин // Труды МАИ. – 2017. – № 92.

13. Григорьев, А.Н., Шабakov, Е.И., Дементьев, А.Н., Романов, А.А. Метод сокращения избыточности данных дистанционного зондирования Земли / А.Н. Григорьев, Е.И. Шабakov, А.Н. Дементьев, А.А. Романов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2016. – Т. 59, № 1. – С. 38–44.

14. Ключников, В.Ю. Проектирование кластеров малых космических аппаратов / В.Ю. Ключников // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2016. – Т. 59, № 6. – С. 423–428.

15. Карпунин, Д.Н., Митрофанов, В.Д., Федотов, А.П. Современные подходы к проблеме совершенствования средств метрологического обеспечения перспективной аппаратуры дистанционного зондирования Земли / Д.Н. Карпунин, В.Д. Митрофанов, А.П. Федотов // Космонавтика и ракетостроение. – 2016. – № 6 (91). – С. 94–101.

**Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:**

**доказана** актуальность темы исследования по разработке комплексной методики формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;

**определены** роль, место и задачи, возлагаемые на перспективные космические аппараты оптико-электронного наблюдения, а также современные требования, предъявляемые к ним со стороны потребителя космической информации;

**разработана** комплексная методика формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;

**разработан** метод, основанный на совместном использовании аналитических и статистических подходов, в частности, отсеивания менее существенных факторов и замены исходного набора переменных меньшим

числом эквивалентных факторов, полученных в результате преобразований исходного набора;

**определены** наиболее значимые характеристики оптико-электронных систем, оказывающие наибольшее влияние на показатели эффективности функционирования космического аппарата;

**получены** более, чем 60 зависимостей между основными техническими характеристиками космических аппаратов, характеристиками аппаратуры и функциональными характеристиками космических аппаратов в различных вариантах;

**проведен** анализ временных тенденций изменения основных характеристик космических аппаратов и составлен прогноз их развития на период 2020-2030 гг.;

**новые понятия** не вводились.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

– разработаны модели основных показателей эффективности функционирования, и обоснованы алгоритмы формирования информационного набора параметров, наиболее полно отражающие выбранные показатели производительности, оперативности и информативности;

– заложены основы для дальнейших исследований по совершенствованию методов проектирования космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;

– исследованы возможности реализации математических моделей, методов и программно-математического обеспечения для дальнейшего развития и совершенствования методов поддержки принятия решения при проектировании космических систем;

– разработанная методика может быть использована при прогнозных исследованиях технического облика космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с учетом влияния различных функциональных ограничений;

– разработанная методика позволяет исследовать влияние фактора времени на характеристики и технический облик изделий.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что** результаты диссертационной работы позволяют:

– учесть динамику внутренних и внешних связей, оптимизировать параметры перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;

– найти применение при разработке целевых программ создания перспективных отечественных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли и космических систем на их основе;

– использовать полученные теоретические результаты, в случае изменения состава целевой аппаратуры провести выбор оптимальных проектных решений для формирования или корректировки технических заданий на разработку перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;

– использовать модельно-алгоритмическое обеспечение для обоснования требований к проектным характеристикам оптического комплекса космических аппаратов дистанционного зондирования в рамках научно исследовательских или опытно-конструкторских работ;

– проанализировать варианты взаимодействия различных приборов и систем в составе космического аппарата;

– решить обратную задачу, а именно оценить степень соответствия современным требованиям уже существующих космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;

– снизить временные, финансовые и материальные издержки проектирования космических аппаратов за счёт использования современных математических методов оптимизации и моделирования.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:**

Достоверность полученных результатов подтверждается:

– применением научных методов исследования, работоспособностью предложенного научно-методического аппарата, а также непротиворечивостью результатов исследования с данными, представленными в известных работах на эту тему;

– внедрением результатов исследований в работы Научного центра оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы» по оценке эскизных проектов перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, в деятельность АО «НПФ

«ИнфоСистем-35» при выполнении работ по созданию экспериментального моделирующего комплекса (КНЖЮ 466515.067).

Основные положения и результаты работы опубликованы в рецензируемых научных журналах и доложены на конференциях, конкурсах и форумах: Научно-технической конференции в Главном испытательном космическом центре им. Германа Титова; 53-х Научных чтениях памяти К.Э. Циолковского; VIII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли»; Научно-практической конференции «Мировая экономика в условиях глобальной неопределенности трендов развития и рисков».

**Личный вклад соискателя состоит в том, что лично автором:** собраны и проанализированы исходные данные по прототипам космических аппаратов оптико-электронного наблюдения высокого разрешения с 1999 по 2020 гг.; разработана комплексная методика формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли; сформированы математические модели и основные проектные зависимости; проведена экспериментальная отработка методики; подготовлены основные публикации по проведенному исследованию.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания:

1. В работе не представлены результаты экспериментальной проверки и подтверждения работоспособности предлагаемой методики, отсутствует пример программной реализации.

2. В диссертационной работе рассматриваются ТТХ оптико-электронных КА ДЗЗ, и выработаны соответствующие комплексные статистические показатели, поэтому правильнее было бы сделать уточнение в названии диссертационной работы.

Соискатель Белый Руслан Владимирович ответил на высказанные замечания и вопросы и привел собственную аргументацию.

1. Экспериментальные исследование методики и результаты предоставлены в Главе 3 диссертации, а также в Приложениях Б, В и Г. Работоспособность методики подтверждаются Актами внедрения в НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы», АО «НПФ «ИнфоСистем-35», НИО-601 «МАИ». Подана заявка на регистрацию разработанного программного

обеспечения «Программа моделирования технического облика КС» в Федеральную службу по интеллектуальной собственности «Роспатент».

2. Разработанная методика является инвариантной и может быть применена к спутникам ДЗЗ радиолокационного наблюдения.

На заседании 28 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение: за решение важной научной задачи – разработку научно-методического обеспечения формирования технического облика перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли на заданный период времени с учетом заданных показателей эффективности, имеющей существенное значение для развития отечественной ракетно-космической отрасли, присудить Белому Руслану Владимировичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета



Денискин Юрий Иванович

Учёный секретарь  
диссертационного совета



Денискина Антонина Робертовна

28 декабря 2021 года

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

