

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.09

Соискатель: Дмитриев Андрей Олегович

Тема диссертации: Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы

Специальность: 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 21 ноября 2024 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация полностью удовлетворяет пунктам 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Дмитриеву Андрею Олеговичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали:, д.т.н., проф. В.Н. Евдокименков, к.т.н., доц. Д.Ю. Стрелец, д.т.н., проф. О.М. Алифанов, д.т.н., доц. А.Г. Викулов, д.т.н. Л.М. Гавва, д.т.н., проф. В.Г. Дмитриев, д.т.н., доц. В.М. Краев, д.ф.-м.н. А.Л. Медведский, д.т.н., доц. О.В. Митрофанов, д.т.н., доц. А.М. Молчанов, д.т.н., проф. А.В. Ненарокомов, д.т.н., проф. С.Г. Парафесь, д.ф.-м.н., проф. Л.Н. Рабинский, д.т.н., проф. М.В. Силуянова, д.ф.-м.н., доц. Г.В. Федотенков, д.т.н., проф. В.В. Фирсанов.

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.09, к.т.н., доцент



Д.Ю. Стрелец

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.09,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский
авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ),

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.11.2024 г. №18-24

О присуждении **Дмитриеву Андрею Олеговичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы» по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» принята к защите 19 сентября 2024 г., протокол заседания № 8-24, диссертационным советом 24.2.327.09, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4, приказ Минобрнауки России о создании совета № 1738/нк от 13.12.2022 г., приказ о внесении изменений в состав совета №1326/нк от 22.06.2023 г., приказ о внесении изменений №1986/нк от 18.10.2023 г.

Соискатель Дмитриев Андрей Олегович, 26 июня 1993 года рождения.

В 2016 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) по специальности 150206 «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов», в 2022 году окончил обучение в заочной аспирантуре Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») по направлению подготовки 24.06.01 – «Авиационная и ракетно-космическая техника» (диплом об окончании аспирантуры 50240143854, регистрационный номер А-002, дата выдачи 22 июля 2022 г.).

В настоящее время соискатель **Дмитриев Андрей Олегович** работает в отделе научно-исследовательских работ и перспективных исследований Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») в должности инженера-конструктора

1-й категории.

Диссертация выполнена в отделе научно-исследовательских работ и перспективных исследований Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина»).

Научный руководитель – доктор технических наук, начальник отдела научно-исследовательских работ и перспективных разработок Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») Сысоев Валентин Константинович.

Официальные оппоненты:

1. **Щеглов Георгий Александрович** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), г. Москва, профессор кафедры «Аэрокосмические системы».

2. **Тугаенко Вячеслав Юрьевич** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, Публичное акционерное общество «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва» (ПАО «РКК «Энергия»), г. Королев, главный специалист отдела проектирования и интеграции научных аппаратурных комплексов.

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова), г. Москва, в своем положительном отзыве, обсужденном на координационном совете по небесной механике ГАИШ МГУ (протокол №2666 от 22.10.2024), подписанном председателем координационного совета по небесной механике ГАИШ МГУ, кандидатом физико-математических наук Ширминым Г.И., и.о. директора ГАИШ МГУ, доктором физико-математических наук Мильченко О.К., утверждённым проректором – начальником управления по научной политике МГУ имени М.В. Ломоносова, доктором физико-математических наук Федяниным А.А. указала, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор – Дмитриев Андрей Олегович, заслуживает присуждения этой учёной степени по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, включающих 4 статьи, опубликованных в рецензируемых

научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по специальности 2.5.13., и 4 статьи опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по смежным специальностям, 2 патента на изобретение, 7 публикаций в сборниках тезисов международных и всероссийских научных конференций. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

1. Багров А.В., Дмитриев А.О., Леонов В.А., Москатиныйев И.В., Сысоев В.К., Ширшаков А.Е. Система глобального позиционирования для Луны на основе активных световых маяков // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2017. № 4. С. 5 – 10.

В работе Дмитриевым А.О. приводится решение задачи построения системы позиционирования на Луне с помощью оптических средств и предложена концепция оптической навигации для Луны, основанная на измерении оптическими средствами с космических аппаратов сигнала от налунных светоизлучающих маяков.

2. Багров А.В., Дмитриев А.О., Леонов В.А., Митькин А.С., Москатиныйев И.В., Сысоев В.К., Ширшаков А.Е. Глобальная оптическая навигационная система для Луны // Труды МАИ. 2018. № 99. Режим доступа: <http://trudymai.ru/published.php?ID=91814>

В работе Дмитриевым А.О. приводится этапность построения лунной оптической навигационной системы с помощью космического сегмента и налунных маяков.

3. Багров А.В., Дмитриев А.О., Леонов В.А., Москатиныйев И.В., Сысоев В.К., Ширшаков А.Е. Построение оптической лунной навигационной системы на базе космических систем АО «НПО Лавочкина» // «Космическая техника и технологии». 2019. № 4.

В работе Дмитриевым А.О. предложен вариант реализации лунной оптической навигационной системы на космических аппаратах АО «НПО Лавочкина» с использованием имеющихся научно-технических средств и учетом необходимых модификаций служебных систем, а также дана проектная оценка точностей навигации при использования данных космических аппаратов.

4. Вернигора Л.В., Дмитриев А.О., Казмерчук П.В., Леун Е.В., Панин Ю.В., Сысоев В.К. Радиооптический навигационный лунный маяк-пенетратор: возможные проектные решения // Инженерный журнал: наука и инновации – 2023. – № 9 (141) – Режим доступа: <http://engjournal.ru/catalog/arse/dcpa/2303.html>.

В работе Дмитриевым А.О. предложены конструктивные решения по реализации лунного сегмента ЛОНС – автономного лунного маяка, предложен состав и параметры, входящей в него аппаратуры.

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. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова), ведущая организация. Отзыв положительный. Подписан председателем координационного совета по небесной механике ГАИШ МГУ, кандидатом физико-математических наук Ширминым Г.И., и.о. директора ГАИШ МГУ, доктором физико-математических наук Мильченко О.К., утверждён проректором – начальником управления по научной политике МГУ имени М.В. Ломоносова, доктором физико-математических наук Федяниным А.А.

К работе имеются следующие замечания:

- Описание лунной навигационной оптической системы приведено в разделе 1, в котором содержится обзор современного состояния проблем, связанных с навигацией в окололунном пространстве, что выглядит несколько нелогично.

- В первом абзаце на стр. 56 приведены неверные значения для угла поворота Луны вокруг оси за один орбитальный виток полярного спутника и периода обращения Луны вокруг оси. Это очевидная ошибка при работе с текстом, поскольку в других местах диссертации (например, на стр. 116) приведены верные значения указанных величин.

- Точки Лагранжа L1 и L2 неустойчивы. Для размещения спутников непосредственно в них необходима будет их активная пространственная стабилизация. КА, работающие в точках L1 и L2, запускают на квазипериодические орбиты, на которых КА обращаются вокруг точек Лагранжа – так называемые «орбиты Лиссажу». При этом спутники могут заметно удаляться от линии Земля – Луна.

- Точность определения положения маяка в кадре с изображением Луны не связана напрямую с дифракционным разрешением оптической системы. От последней величины зависит угловое и линейное разрешение на поверхности Луны, но в системе не предполагается наличие маяков, расположенных на расстоянии в несколько метров друг от друга. При правильном выборе отношения размеров изображений точечных источников излучения (маяков) к пикселю кадра

угловая погрешность определения положения маяка будет равна угловому размеру пикселя, деленному на отношение сигнала к шуму в нем. Неверные рассуждения приведены на стр. 59 и 96-97, при этом на стр. 64 даны правильные формулы.

- В работе предлагается включать маяки на время пролета над ними полярного спутника, при этом спутники в точках Лагранжа L1/L2 работают непрерывно. Возникает некоторое противоречие.

- Использование оптического углового интерферометра на спутниках в точках Лагранжа (стр. 66) возможно только для когерентного излучения, что предъявляет дополнительные требования к лазерам, используемым в маяках. В диссертации этот вопрос не обсуждается.

- На стр. 68 обсуждается измерение углов между маяками, маяками и звездами и между парами звезд с помощью оптического углового интерферометра. Вызывает сомнение, что все эти измерения можно будет выполнить с помощью одного прибора.

- Формулы (3.7) и (3.11) определяют одну и ту же величину μ , но при этом противоречат друг другу: в формуле (3.7) есть логарифм (т.е. величина μ определена в децибелах), а в формуле (3.11) логарифма нет.

- На стр. 88-92 используется геометрический размер изображения маяка в фокальной плоскости оптической системы на борту спутников, дифракция не учитывается, т.к. не известна апертура оптической системы приемника на борту КА. Однако, на стр. 92 вводится относительное отверстие. Нужно было бы сравнить дифракционный и геометрический размеры изображений.

- К использованию пенетраторов для установки маяков на поверхность Луны (стр. 114-115) есть следующий вопрос. Первая космическая скорость на Луне – 1,6 км/с. Это скорость артиллерийского снаряда. Можно ожидать, что заостренные пенетраторы, показанные на рис. 4.6, будут глубоко уходить в рыхлый реголит, что сузит область их видимости. Возможно, предполагается использование в пенетраторах реактивной тормозной системы, но на рисунке и в тексте это не отмечено.

2. Щеглов Георгий Александрович, официальный оппонент, доктор технических наук. **Отзыв положительный**, заверен ведущим специалистом по персоналу управления кадрового сопровождения и администрирования МГТУ им. Н.Э. Баумана Назаровой О.В.

К работе имеются следующие замечания:

- В работе автор для различных целей использует методы экспертных оценок. Однако в тексте работы не указаны конкретные алгоритмы этих методов для каждого случая применения. Это затрудняет оценку достоверности работы.

- В работе, сданной в диссертационный совет в 2024 г., имеются ссылки на проект Луна-25 как на запланированный (стр.51 «...которая в 2023 будет посажена вблизи Южного лунного полюса»), и успешно реализованный проект (стр. 60 «Фундаментом данного проекта послужат результаты миссии «Луна-25»). В тексте отсутствует указание на то, что миссия Луна-25 завершилась нештатно.

- Автором в работе подробно исследованы параметры только оптических каналов передачи информации, а параметры радиоканалов практически не рассмотрены.

- В главах 3 и 4 не рассматриваются вопросы анализа массы космических аппаратов и выбора средств выведения для реализации миссий.

- Имеются замечания к схеме системы управления ЛОНС, приведенной на стр. 61 на рис. 2.9. На схеме управления не указан КА-L2. Из схемы неясно, входит ли ЦОИ в состав КА-L1 или размещен на отдельном аппарате? Также из схемы неясно как проходит команда по включению реперных точек. На схеме ПОА обозначен как КА-ПО, что затрудняет восприятие схемы.

- Автор не рассматривает в работе возможность использования в ЛОНС современных систем технического зрения. Описанный в разделе 2.3.1 на рис. 2.10 алгоритм обнаружения и отслеживания маяка может быть более эффективно реализован с помощью систем технического зрения на основе нейросетей.

- В разделе 3.1 не автором не указано, почему в число ключевых элементов при проектировании оптического тракта ЛОНС в основные параметры входит только скорость движения полярного КА, а не все параметры его орбиты, и, при этом, все параметры траектории движения КА в точках Лагранжа над реперами указаны в ключевых параметрах.

- Текст диссертации не свободен от опечаток и сложности построения предложений, что несколько затрудняет восприятие работы. В частности: на стр. 64 в формулах 2.13, 2.14 суммирование производится по индексу j но сам индекс j не указан; на стр. 79 в формуле 3.4 некорректно указаны пределы интегрирования, отсутствует описание параметра $A\phi$; на стр.96 на рис. 3.12 не указаны обозначения на рисунке (что значит цвет рамок, полужирный и подчеркнутый шрифт параметров).

3. Тугаенко Вячеслав Юрьевич, официальный оппонент, доктор технических наук. **Отзыв положительный**, заверен ученым секретарем ПАО «РКК «Энергия», доктором физико-математических наук Хатунцевой О.Н.

К работе имеются следующие замечания:

- Предложенный в первой главе критерий эффективности имеет довольно упрощенную структуру, основанную только на экспертных оценках;
- Важное место в диссертационной работе занимают исследования, связанные с определением характеристик налунных маяков: используемых длин волн, энергетики, режимов работы и т.п. Упоминается и наличие светоотражателей в конструкции маяков. Представляется, что исследование возможности использования светоотражателей в качестве источника оптического сигнала от маяка, например, при лазерном сканировании, имеет перспективу, особенно учитывая их эксплуатационные преимущества;
- В четвертой главе не проработан спуск автономного маяка на поверхность Луны, а именно защита аппаратуры от ударных перегрузок;
- На рисунке 3.3 приведен спектр диффузного отражения реголита на который нанесены полосы двух цветов, не упоминаемые в подписи к рисунку;
- На рисунке 3.10 приведена зависимость квантовой эффективности ПЗС матрицы от длины волны для различных режимов засветки. Но в тексте диссертации эти особенности работы матрицы не обсуждаются;
- Следует отметить, что в тексте диссертации встречается заметное количество опечаток и неопределенных терминов (например: стр. 42-первый абзац, стр.45-второй абзац, стр.46-3 и 4 абзац, стр. 47-предпоследний абзац...). Для научной литературы следует более внимательно относиться к редактированию текста;
- На странице 109 упоминается система DORIS, но из текста непонятно, что автор имеет ввиду и как вышеупомянутая система связана с исследуемой проблематикой.

4. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (Университет ИТМО), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан профессором института «Высшая инженерно-техническая школа», доктором технических наук Коняхиным И.А., заверен менеджером офиса поддержки сотрудников Лопатько В.В.

К работе имеются следующие замечания:

- Не указаны пути модификации состава и характеристики целевой аппаратуры космических аппаратов в зависимости от конкретной задачи, решаемой лунной оптической навигационной системой

- Отсутствует текстовое или графическое описание взаимодействия систем с точки зрения управления, а также состава и характеристик целевой аппаратуры космических аппаратов.

5. Публичное акционерное общество «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва» (ПАО «РКК «Энергия»), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан ведущим научным сотрудником, доктором технических наук Евдокимовым Р.А., заверен ученым секретарем ПАО «РКК «Энергия», доктором физико-математических наук Хатунцевой О.Н.

К работе имеются следующие замечания:

- Не представлена конечная массово-энергетическая сводка по системам космического сегмента ЛОНС

- В материалах автореферата отсутствуют сведения о выборе весовых коэффициентов в формуле (1) для линейной свёртки частных показателей эффективности, а также числовом показателе, характеризующем автономность системы.

6. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук Леоновым В.А., заверен ученым секретарем ИНАСАН Фатеевой А.М.

К работе имеются следующие замечания:

- Не указано на какой орбите будет функционировать полярный орбитальный аппарат.

- Не отражено как влияют другие источники света на лунной поверхности на определение положения маяка (например, световые вспышки от падения метеоритов).

- В автореферате встречаются незначительные опечатки, грамматические и орфографические ошибки

7. Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором Гечей В.Я.

К работе имеются следующие замечания:

- В автореферате отсутствуют данные по массовым и энергетическим характеристикам автономных светоизлучающих маяков.

- Автор акцентирует внимание на реализации системы путем использования космических аппаратов разработки АО «НПО Лавочкина» и рассматривает платформы других предприятий- разработчиков

- На странице 14 пропущен символ «№», а на странице 17 отсутствует расшифровка символа «μ».

8. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН» (ГЕОХИ РАН), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заведующим лабораторией геохимии Луны и планет, кандидатом геолого-минералогических наук Слютой Е.Н., заверен делопроизводителем Какуташвили Н.В.

К работе имеются следующие замечания:

- Не определена степень влияния рельефа местности на работу автономных светоизлучающих маяков.

- В главе 4 не приведены другие методы доставки автономных маяков поверхностного сегмента кроме пенетраторов.

9. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан научным сотрудником лаборатории наноградиентной оптики, магнитных материалов и структур, кандидатом технических наук Быковым А.А., заверен заместителем директора Чуриковым Д.В.

К работе имеются следующие замечания:

- В автореферате не представлены резюмирующие данные, по массогабаритной оценке, оптических систем КА. Это же относится и к системам поверхностного сегмента.

- Не приведены данные о том, как повлияет на точность применение излучателей и приемников, работающих в коротковолновом ИК-диапазоне (1-3 мкм).

10. Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан старшим научным сотрудником отдела 03002, кандидатом технических наук Кульневым Е.В., старшим научным сотрудником отдела 03002, кандидатом технических наук Кульневым В.В., заверен главным ученым секретарем АО «ЦНИИмаш», доктором технических наук Ключниковым В.Ю.

К работе имеются следующие замечания:

- Из автореферата не видно, как учитываются в методике проектирования космического сегмента, выбранные автором показатели эффективности – точность местоопределений, глобальность и др. и как от величины этих показателей зависит результат проектирования.

- При выборе показателей эффективности точность навигации автором предложено оценивать как «минимальное расстояние на котором можно отличить один объект от другого» (то есть фактически разрешение), что не позволяет оценить реальную точность определения местоположения налунных объектов проектируемой навигационной системы,

- Используемый в автореферате метод определения показателей эффективности на основе назначения экспертных оценок может привести к некорректным результатам предлагаемой методики проектирования. Более правильным было бы получение показателей на основе верифицированных моделей функционирования проектируемой системы налунной навигации.

- Не обоснован выбор количественного и качественного состава орбитальной группировки КА.

11. Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан главным научным сотрудником, доктором технических наук Ребровым С.Г., заверен ученым секретарем, доктором технических наук Партолой И.С.

К работе имеются следующие замечания:

- В тексте автореферата не хватает итоговых данных по выбранным массогабаритным характеристикам приемной системы аппаратов в точке Лагранжа и на полярной орбите.

- В расчёте энергетических параметров маяка автор уделяет внимание отраженному солнечному излучению, но опускает другие источники света, создающие помехи для приемной аппаратуры.

- В тексте присутствует ряд просторечных выражений и мелких орфографических ошибок.

12. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заведующим лабораторией лазерных интерферометрических измерений ГАИШ МГУ, доктором физико-математических наук Милюковым В.К., заверен заведующей отдела канцелярии ГАИШ МГУ Новиковой Л.В.

Замечаний к работе нет.

13. Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства обороны Российской Федерации (ВА РВСН), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан доцентом кафедры № 34, кандидатом технических наук Макаренко Д.М., адъюнктом кафедры № 34 Мещеряковым А.К., утвержден ВрИО заместителя начальника ВА РВСН по учебной и научной работе, полковником Мосиенко А.Н.

К работе имеются следующие замечания:

- В автореферате не представлена формализованная постановка задачи системного исследования, что создает сложности в определении факта достижения цели исследования.

- Вызывает сомнение целесообразность таких частных показателей как «количество КА в космическом сегменте» и «количество и сложность элементов налунного сегмента» (стр.11), так как по фактическому содержанию работы автор неявно оперирует понятиями стоимости развертывания и функционирования окололунного и налунного сегментов системы, которые не ограничиваются только количеством и сложностью элементов уже развернутой системы.

- Из автореферата не ясно, почему критерием различения характерных для разработанной системы навигации точечных источников когерентного излучения при определении показателя разрешения выбран не специализированный для подобных источников критерия Марешаля, а критерий Рэлея, имеющий более общий характер.

- В автореферате отсутствует количественная оценка потребного состава системы опорных светоизлучающих маяков, формирование которой предполагается значимым по сложности и стоимости процессом в рамках реализации всей системы навигации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом проектирования летательных аппаратов и их систем, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова) – ведущее высшее учебное заведение страны, а его подразделение Государственный астрономический

институт имени П.К. Штернберга (ГАИШ МГУ) специализируется на космических проектах широкого спектра, в том числе связанных с построением космических систем и изучением Луны и планет Солнечной системы. Отзыв на диссертационную работу составлен и подписан учеными, которые непосредственно занимаются вопросами проектирования космических систем и применения в космосе оптического оборудования.

Щеглов Георгий Александрович – д.т.н., автор более 100 работ в области проектирования разгонных блоков, космических аппаратов и космических систем.

Тугаенко Вячеслав Юрьевич – д.т.н., специалист в области проектирования и конструирования космических аппаратов, использования лазерных систем в космической отрасли.

Диссертационный совет отмечает, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, на основании выполненных соискателем исследований разработана методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы, облика и параметров космических аппаратов, входящих в систему.

Новизна полученных результатов заключается в том, что:

1. Разработана методика проектирования космической системы, которая позволяет определить рациональные проектные параметры для целевой аппаратуры космических аппаратов при реализации впервые предложенного метода определения положения объектов на Луне оптическими средствами.

2. Разработаны проектный облик и требования к составу бортовых систем космического сегмента лунной оптической навигационной системы, состоящего из двух аппаратов в точках Лагранжа и поверхностного сегмента лунной оптической навигационной системы, состоящего из маяков на базе ультрафиолетовых светодиодов.

3. Разработаны расчетные методы определения рациональных параметров оптического тракта навигационной системы, позволяющие осуществлять навигацию на Луне с наименьшими энергетическими затратами при соблюдении требований по точности и оперативности измерений.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке методики проектирования космического сегмента, в проведении исследований и определении рациональных параметров КА для реализации лунной оптической навигационной системы при наличии ограничений по массе целевой аппаратуры и соблюдении требований по точности определения объектов. Данная методика применима при решении задачи построения космических систем для навигации и на других небесных телах.

Практическая значимость работы состоит в том, что в результате проведенных исследований предложены состав аппаратуры КА и вариант

реализации лунной оптической навигационной системы на космических аппаратах АО «НПО Лавочкина» с использованием имеющихся научно-технических средств и учетом необходимых модификаций служебных систем для осуществления наблюдения за всей поверхностью Луны, позволяющий обеспечить точность навигации порядка 10 метров для КА в точках Лагранжа при сокращении количества КА в системе до 3, что позволит также уменьшить затраты и время на проектирование КА и реализацию системы. Разработанные рациональные проектные решения по составу и конструкции принципиально нового элемента космических систем – поверхностного сегмента ЛОНС, позволят получить телесный угол излучения 120° на каждом автономном светоизлучающем маяке для обеспечения постоянной доступности налунного светоизлучающего маяка для приемника КА.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается актом о внедрении научных результатов АО «ЦНИИмаш» и актом о внедрении научных результатов АО «НПО Лавочкина».

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах по проектированию космических оптических навигационных систем.

Достоверность результатов исследования обусловлена корректным применением методов рационального проектирования технических систем и методов проектного моделирования.

Личный вклад автора состоит в том, что в процессе научной деятельности проведены исследования, которые включают постановку задачи, разработку расчётных и аналитических методов, а также обработку и анализ полученных результатов, представленных в выносимых на защиту положениях.

В ходе защиты критических замечаний высказано не было.


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


На заседании 21 ноября 2024 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 за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития космической отрасли страны в части проектирования космических оптических навигационных систем, присудить Дмитриеву Андрею Олеговичу ученую степень кандидата технических

наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 доктора наук по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя диссертационного совета
24.2.327.09, д.т.н., профессор
Евдокименков Вениамин Николаевич





Ученый секретарь диссертационного совета
24.2.327.09, к.т.н., доцент
Стрелец Дмитрий Юрьевич

«21» ноября 2024 г.

Проректор по научной работе,
д.т.н., доцент
Иванов Андрей Владимирович