

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Дмитриева Андрея Олеговича по теме «Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13.–«Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)»

В диссертации А.О. Дмитриева на соискание ученой степени кандидата технических наук, выполненной автором в Научно-производственном объединении им. С.А. Лавочкина, поставлена и решена задача разработки методики проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы, облика и параметров космических аппаратов, входящих в систему. Диссертационное исследование посвящено решению **актуальной** проблемы - осуществление навигации на Луне с помощью космических аппаратов. В текущих планах ГК «Роскосмос» присутствует обширная программа лунных исследований, уровень сложности которых уже в недалеком будущем потребует существенного улучшения точности посадки и кооперации доставляемых космических объектов на лунной поверхности. Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы, облика и параметров космических аппаратов, входящих в систему, позволяет спроектировать космическую систему, которая может стать решением данной проблемы, что является сформулированной автором целью диссертационного исследования.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие научные задачи:

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ  
21.11.2024г.

1. Разработка показателей и критериев оценки эффективности космических систем для решения задачи позиционирования налунных объектов;
2. Разработка проекта варианта построения космического сегмента трехспутниковой системы навигации для Луны на основе оптических средств;
3. Определение параметров аппаратуры и проектного облика космических аппаратов, на основе российских разработок, для лунной навигационной системы;
4. Выбор конструкторских решений для источников излучения налунного сегмента (светового маяка) исходя из особенностей лунной поверхности.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, перечня сокращений, приложения и списка литературы из 105 наименований. Содержит 148 страниц текста, включая 44 рисунка и 9 таблиц.

**В главе 1** проводится обзор научно-технической литературы по тематике проектирования космических систем для осуществления навигации на Луне, выполнен анализ технических и эксплуатационных характеристик навигационных систем различных типов, предлагаемых российскими и иностранными разработчиками. Сформулирован и обоснован критерий эффективности лунной навигационной системы.

**В главе 2** подробно описывается концепция и принцип работы, предложенной автором, лунной оптической навигационной системы (ЛОНС) и состав входящих в него КА. Также автор предлагает сводный алгоритм поэтапной методики проектирования ЛОНС. Описывается разработанная в рамках диссертационного исследования схема взаимодействия всех составляющих ЛОНС.

**Глава 3** посвящена описанию приемной и передающей оптической аппаратуры ЛОНС: расчету энергетических параметров светоизлучающего маяка и массогабаритной оценке приемного оптического комплекса КА.

**В главе 4** автор оценивает возможность реализации лунной оптической навигационной системы на космических аппаратах АО «НПО Лавочкина» с использованием имеющихся научно-технических средств и учетом необходимых модификаций служебных систем. Предложен вариант конструкции нового элемента космических систем – комплекса автономных светоизлучающих маяков. В **Заключении** приводятся результаты диссертационного исследования и предлагаются направления дальнейших разработок данной тематики, а также, предложения по использованию результатов проведенных исследований.

К числу **наиболее существенных результатов**, полученных диссертантом, относятся:

1. Разработка проектного облика космического сегмента лунной навигационной системы, позволяющего минимизировать количество космических аппаратов, необходимых для навигационного обеспечения на Луне, при соблюдении требуемых показателей точности и оперативности;

2. Разработка требований к составу космического сегмента оптической навигационной трехспутниковой системы и космических аппаратов в точках Лагранжа и полярного космического аппарата, базирующихся на проектах АО «НПО Лавочкина»;

3. Методика расчета и определения характеристик поверхностного сегмента лунной оптической навигационной системы с использованием маяков на базе ультрафиолетовых светодиодов, позволяющая оценивать минимальную энергетику, необходимую для осуществления контроля оптическими средствами.

**Научная новизна** полученных в работе результатов заключается в следующих положениях:

1. Разработана методика проектирования космической системы, решающей задачу позиционирования объектов на поверхности Луны с помощью впервые предложенного метода определения положения объектов на Луне оптическими средствами;

2. Разработан проектный облик космического сегмента лунной оптической навигационной системы, состоящего из двух аппаратов в точках Лагранжа и полярного аппарата, связанных с налунными реперными светоизлучающими маяками;

3. Определены рациональные параметры оптического тракта навигационной системы, позволяющие осуществлять навигацию на Луне с наименьшими энергетическими затратами.

Разработанная диссертантом методика построения космического сегмента для осуществления навигации на Луне и определение рациональных параметров оптической приемно-передающей системы использована в научно-техническом отчете по НИР «Комплексные исследования и научно-техническое обоснование использования перспективных технологий в системе ГЛОНАСС» (НИР «Вызов»). Головной исполнитель НИР–ЦНИИМаш;

Разработанная диссертантом методика построения космического сегмента с применением оптических средств для осуществления навигации на Луне использована в научно-техническом отчете по НИР «Исследование проблемных вопросов создания лунного грузового посадочного корабля» (СЧ НИР «Пастораль-2 – НПО-Л – Луна»). Головной исполнитель НИР–АО «НПО Лавочкина».

Сказанное определяет **практическую значимость** результатов работы.

**Обоснование научных положений и выводов, методологии и методов исследования**, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением методов системного проектирования космических систем и

аппаратов, методов проектирования систем ДЗЗ и расчетных методов определения характеристик оптической аппаратуры.

Материалы диссертации **достаточно полно изложены** в опубликованных автором работах и докладах на конференциях, семинарах, форумах, из них восемь статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки и 2 патента РФ.

Диссертация представляет собой самостоятельно выполненную автором законченную научно-исследовательскую работу, в которой решены важные проектные и расчетные задачи, имеющие большое значение для разработки новых технологий для исследования Луны.

Автореферат соответствует основному материалу диссертации.

К тексту диссертационной работы Дмитриева А.О. можно сделать следующие **замечания**:

1. Предложенный в первой главе критерий эффективности имеет довольно упрощенную структуру, основанную только на экспертных оценках;

2. 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;

3. В четвертой главе не проработан спуск автономного маяка на поверхность Луны, а именно защита аппаратуры от ударных перегрузок;

4. На рисунке 3.3 приведен спектр диффузного отражения реголита на который нанесены полосы двух цветов, не упоминаемые в подписи к рисунку;

5. 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;

6. 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;

7. На странице 109 упоминается система DORIS, но из текста непонятно, что автор имеет ввиду и как вышеупомянутая система связана с исследуемой проблематикой.

Однако отмеченные недостатки не снижают положительного представления о диссертации как о цельной научной работе и не ставят под сомнение полученные результаты.

В целом диссертационная работа А.О. Дмитриева представляет собой цельное, логично выстроенное актуальное исследование. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, а ее автор показал глубокие знания в проектировании космических систем для осуществления навигации на Луне.

Диссертация полностью соответствует паспорту специальности 2.5.13.– «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)» по пунктам 1, 2, 3, 5.

Диссертационная работа Дмитриева Андрея Олеговича на тему: «Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы» отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13.–  
«Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация  
летательных аппаратов (технические науки)».

Официальный оппонент, главный специалист  
ПАО «РКК «Энергия»,  
доктор технических наук

Тугаенко Вячеслав Юрьевич

24.10.2024

Подпись официального оппонента В.Ю. Тугаенко удостоверяю

Ученый секретарь  
ПАО «РКК «Энергия»  
доктор физико-математических наук



О.Н. Хатунцева

Полное наименование организации: Публичное акционерное общество  
«Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва» (ПАО  
«РКК «Энергия»).

Адрес организации: 141070, Московская обл., г. Королёв, ул. Ленина, д. 4А.

Электронная почта организации: [post@rsce.ru](mailto:post@rsce.ru).

Официальный сайт организации: <https://www.energia.ru>.

Телефон организации: +7 495 513-8655.

Электронная почта оппонента: [Vjatcheslav.Tugaenko@rsce.ru](mailto:Vjatcheslav.Tugaenko@rsce.ru),

Телефон оппонента: +7 (916) 901-01-93

С уважением, *Дмитриев С.О.*

01.11.2024