

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Дмитриева Андрея Олеговича** «Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертационной работы определяется тем, что в настоящее время активно развиваются проекты по исследованию и освоению Луны. Прежде всего следует отметить ратифицированное в 2024 году соглашение между РФ и КНР о совместном создании Международной научной лунной станции, а также международную программу, возглавляемую NASA (США) по созданию международной обитаемой окололунной станции Lunar Gateway. Реализация этих и других планируемых сложных миссий потребует высокоточной навигации объектов, находящихся на Луне, для обеспечения которой необходима эффективная глобальная навигационная система. Поскольку в настоящее время проекты подобных космических навигационных систем находятся в ранней стадии проработки, создание методики проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы является, безусловно, актуальной темой.

Научная новизна работы состоит в том, что автором предложены новый, защищенный патентом на изобретение, метод определения положения объектов на Луне оптическими средствами, новый проектный облик космического сегмента лунной оптической навигационной системы, элемент которой – лазерный маяк, защищен патентом на полезную модель, новые рациональные параметры оптического тракта навигационной системы «КА - светоизлучающий маяк».

Теоретическая значимость работы выражена в разработке методического обеспечения для научно-обоснованного выбора проектных параметров оптического космического комплекса для навигации на безатмосферных телах.

Практическая значимость работы заключается в том, что найденные параметры оптического тракта позволяют осуществлять навигацию на Луне с малыми энергетическими затратами при повышении точности и

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«01» 11 2024 г.

оперативности измерений, а разработанная автором методика и полученные с ее помощью результаты использованы в АО «ЦНИИмаш» и АО «НПО Лавочкина» о чем имеются соответствующие акты.

Тема работы и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов». Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

В введении представлена общая характеристика работы.

Глава 1 посвящена обзору отечественных и зарубежных работ по построению космических систем для навигации на Луне и в окололунном пространстве. Выводом из этого обзора является целевая функция – минимизируемый критерий, позволяющий оценить эффективность работы и рациональность проектирования навигационной системы. Критерий основан на частных показателях, которые представляют собой совокупность важнейших параметров, которые учитывают тактико-технические характеристики системы, ее экономические и конструктивные особенности.

Глава 2 посвящена описанию разработанной методики проектирования лунной оптической навигационной системы (ЛОНС). Автором предложены алгоритм проектирования ЛОНС, концепция и план развития лунной навигационной системы, разработана схема взаимодействия всех комплексов ЛОНС, включая взаимодействие налунного маяка и полярного орбитального аппарата, а также взаимодействие налунного маяка и аппарата в точке Лагранжа.

Глава 3 посвящена вопросам определения проектного облика космического сегмента лунной оптической навигационной системы. Автор углубляется в состав аппаратуры космического сегмента ЛОНС. Приведена проектная оценка зависимости массы и габаритов оптической аппаратуры КА от линейного разрешения на поверхности Луны, выделены основные узлы оптического тракта ЛОНС и разработан алгоритм расчета их параметров. Используемые методические подходы модифицированы под специфическую задачу исследования – решение

целевой задачи для Луны. Делается вывод о рациональности использования УФ диапазона для организации оптической навигации.

В главе 4 проведен анализ реализуемости ЛОНС с использованием прошедших экспериментальную и летную отработку отечественных технологий и космических платформ. Автор определяет на основе результатов главы 3 необходимые доработки и модификации для проекта ЛОНС систем существующих КА разработки АО «НПО Лавочкина», а также предлагает метод оснащения налунного сегмента автономными светоизлучающими маяками в качестве реперов, который позволит сформировать опорную сеть точек при проведении от угломерных измерений в космическом сегменте.

В заключении приводятся результаты диссертационного исследования, которые включают в себя методику и ее составляющие: критерий оценки эффективности ЛОНС, расчётные методы определения необходимых энергетических характеристик аппаратуры приемно-передающей системы космического сегмента, а также результаты применения разработанной методики: проект новой навигационной космической системы, новый проектный облик космических аппаратов на полярной орбите в и точках Лагранжа, состав КА и вариант реализации ЛОНС на космических аппаратах АО «НПО Лавочкина», рациональные проектные решения по составу, конструкции и методам доставки принципиально нового элемента космических систем - поверхностного сегмента ЛОНС.

По диссертационной работе возникли следующие **замечания**:

1. 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.

2. 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.

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

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

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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).

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы

Учитывая вышеизложенное, объем выполненного исследования, основные выводы, научно-практическую значимость и новизну результатов, считаю, что диссертация Дмитриева Андрея Олеговича «Методика проектирования космического сегмента лунной оптической навигационной системы» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу.

Диссертация содержит новые научно-обоснованные результаты, внедрение которых окажет существенный вклад в реализацию перспективных лунных программ РФ. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Основные научные результаты диссертации изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени в рецензируемых изданиях ВАК РФ и апробированы на научных конференциях.

Представленная работа полностью соответствует всем требованиям к кандидатским диссертациям, предъявляемым п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ (Постановление Правительства 842 от 24 сентября 2013 г.). Автор диссертационной работы Дмитриев Андрей Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Профессор кафедры «Аэрокосмические системы»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

доктор технических наук, профессор



28.10.2024

Щеглов Георгий Александрович

Электронная почта: shcheglov_ga@bmstu.ru, Телефон: +79104816906

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Адрес организации: 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1

Электронная почта организации: bauman@bmstu.ru

Официальный сайт организации: <https://bmstu.ru/>

Телефон: +7 (499) 263 63 91

Подпись Г.А. Щеглова заверяю



С отрывком отчета о выполнении работы Дмитриев А.О. 01.11.2024