



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования**

**«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1
Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 490-0591
E-mail: komdep@bstu.spb.su. www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

05.12.2019 № 3/401

На № _____ от _____

Проректору по научной работе
Московского авиационного института
Ю. А. РАВИКОВИЧУ

125993, г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4
тел.: (499) 158-92-09;
факс: (812) 324-85-17

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляю Вам оформленный отзыв ведущей организации на диссертацию Метельникова Артёма Александровича, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук, выполненную на тему «Космическая лазерная энергетическая установка на основе волоконных лазеров».

Приложение: отзыв в 3 экз. на 6 л. каждый.

С уважением,

Проректор по НРИР

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Матвеев С. А.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Зх. № 10 / 12 2019

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновационному
развитию федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова»,
кандидат технических наук, доцент



« 12 » _____ 2019 г.

С. А. Матвеев

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию МЕТЕЛЬНИКОВА Артёма Александровича,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук,
выполненную на тему «Космическая лазерная энергетическая установка
на основе волоконных лазеров», по специальности 05.07.05 – Тепловые,
электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Актуальность темы диссертационного исследования определяется ростом популяции космического мусора (КМ) и необходимостью совершенствования научно-методического аппарата создания средств для снижения и предотвращения техногенного засорения околоземного космического пространства (ОКП). Среди многообразия предлагаемых научным сообществом пассивных и активных, контактных и дистанционных методов очистки ОКП от мелкого и крупного КМ автор исследует возможность технической реализации популярной идеи - размещения на космическом аппарате (КА) лазерной энергоизлучающей установки, осуществляющей абляционное воздействие импульсным лазерным

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 2
« 10 / 12 » 2019

излучением на КМ с целью снижения перигея его орбиты и последующего его сгорания в плотных слоях атмосферы.

Автор использует концепцию применения космического волоконного лазера с высокой пиковой и средней мощностью излучения и параллельным усилением лазерных импульсов в большом количестве каналов с последующим их когерентным сложением в дальней зоне, предложенную в [Ebisuzaki et al., 2015; Soulard et al., 2015] в качестве альтернативы высокоэнергетическому твердотельному дисковому лазеру космического базирования с более высокой пиковой мощностью излучения и со сравнимой результативностью применения для очистки ОКП от КМ [Phipps et al., 2014 и 2017].

Автор диссертации отмечает, что несмотря на большое количество работ по реализации указанной концепции в настоящее время вопрос методического обеспечения структурного и параметрического синтеза космических энергоизлучающих установок с высокой пиковой и средней мощностью излучения проработан недостаточно полно в части лазерных бортовых комплексов КА, предназначенных для очистки ОКП от КМ. Как следствие, открытыми остаются вопросы обоснования их рационального состава и параметров, а также целесообразности их создания и эффективности применения, в том числе в сравнении и сочетании с другими средствами снижения и предотвращения техногенного засорения ОКП.

Объектом исследования в диссертационной работе является космическая лазерная энергетическая установка (КЛЭУ) на основе многоканального волоконного лазера, а также подсистемы КА, обеспечивающие работу КЛЭУ по очистке выбранной орбиты от мелкого КМ.

Целью работы является разработка средств для формирования структурного облика и параметрического синтеза КЛЭУ на основе многоканального волоконного лазера, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ.

Для достижения сформулированной цели диссертации соискателем получена совокупность новых научных и практических результатов, к которым следует отнести следующие:

1) Предложен вариант обобщённой структуры КЛЭУ на основе многоканального волоконного лазера, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ (далее – КЛЭУ-КМ).

2) Разработана методика определения тактико-тактических параметров КЛЭУ-КМ (число удаляемых с орбиты объектов КМ; дальность и радиус абляционного воздействия на КМ, а также обнаружения КМ; число обнаруженных объектов КМ; параметры лазерного сканирования) в зависимости от исходных данных, включающих в себя параметры подсистем КЛЭУ-КМ; высоту и наклонение круговой орбиты КА с бортовой КЛЭУ; параметры КМ на той же орбите; требуемую величину снижения перигея орбиты КМ.

3) Разработана методика определения массы космического аппарата, в том числе массы его системы энергоснабжения (на основе солнечных панелей либо ядерной энергоустановки) и системы коррекции высоты орбиты, а также массы бортовой КЛЭУ и её подсистем в зависимости от исходных данных, включающих в себя тактико-тактические параметры КЛЭУ на основе многоканального волоконного лазера, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ.

4) Разработана методика параметрического синтеза КЛЭУ на основе многоканального волоконного лазера, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ – методика определения массы КА-носителя и относительной эффективности целевого применения КЛЭУ, равной отношению числа удалённых к числу обнаруженных собственными средствами КЛЭУ объектов КМ на выбранной орбите за 1 год в зависимости от исходных данных, включающих в себя максимальную массу КА и тактико-тактические параметры КЛЭУ.

5) Получены результаты параметрического синтеза КЛЭУ на основе многоканального волоконного лазера, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ, и сформулированы рекомендации о предпочтительности построения системы энергоснабжения КА-носителя на основе солнечных панелей либо ядерной энергоустановки в зависимости от диапазона рабочих орбит, ограничений по массе и сроку активного существования КА-носителя, а также средней мощности генерируемого КЛЭУ лазерного излучения.

Научная новизна полученных результатов, по нашему мнению, состоит в следующем:

1) Методика определения тактико-тактических параметров КЛЭУ-КМ позволяет учитывать вариативные сценарии лазерного воздействия на КМ.

2) Методика определения массы КА с бортовой КЛЭУ позволяет учитывать ограничения на энергетические и массовые характеристики как подсистем КЛЭУ-КМ, так и смежных систем КА-носителя.

3) Методика параметрического синтеза КЛЭУ, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ, учитывает ограничения на обеспечивающие её функционирование бортовые системы КА.

Теоретическая значимость работы определяется разработкой нового методического обеспечения проектировочных расчётов КЛЭУ, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в возможности применения сформулированных автором рекомендаций при обосновании состава и параметров перспективной КЛЭУ, предназначенной для очистки выбранной орбиты от мелкого КМ.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов обеспечивается использованием апробированного научно-методического аппарата теории лазерного абляционного воздействия на космический мусор в околоземном пространстве, теории проектирования энергетических систем космических аппаратов.

Результаты и выводы диссертации целесообразно использовать в организациях, занимающихся научными исследованиями и разработками методов и технических средств снижения и предотвращения техногенного засорения ОКП, в частности, лазерных систем для удаления космического мусора, а также в организациях, ведущих работы по тематике применения лазеров в космосе.

Оценка содержания диссертации и автореферата позволяют утверждать, что задачи, поставленные в диссертационной работе, решены в полном объёме. Содержание основных научных результатов соответствует пунктам 4, 13 паспорта специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов:

Основные научные результаты диссертации опубликованы в ряде научных изданий, представленных в списке литературы, а также докладывались на ряде международных конференций.

В качестве замечаний к диссертационной работе считаем необходимым отметить следующее:

1) В работе оценивается только относительная эффективность применения космической энергоизлучающей установки для очистки выбранных орбит от мелкого космического мусора. Было бы показательным сравнить общую результативность целевого применения 8-ми вариантов построения КЛЭУ, предложенных автором, а также оценить сходимость полученных результатов параметрического синтеза с известными аналогичными проектами КЛЭУ.

2) Требуется пояснения операция, описанная выражением (2.24), а также использованная в расчётах полоса пропускания Δf [Гц] приёмника оптического излучения.

3) Методики параметрического синтеза КЛЭУ и определения параметров режимов работы КЛЭУ, приведённые в тексте диссертации и в автореферате, имеют незначительные отличия.

4) В тексте диссертации присутствуют ошибки в терминах и обозначениях, кроме того смещена нумерация части ссылок на использованную литературу.

5) Недостаточное внимание в работе уделено обоснованию принимаемых допущений. Отсутствуют данные о верификации разработанных методик.

Следует подчеркнуть, что перечисленное выше не снижает общего благоприятного впечатления от работы, которая является значительным вкладом в создание математических средств, обеспечивающих создание космических энергоизлучающих установок.

Вывод. Диссертация представляет собой завершённую научную квалификационную работу, содержащую решение актуальной научной задачи разработки методического обеспечения структурного и параметрического синтеза космических энергоизлучающих установок, предназначенных для очистки выбранных орбит от мелкого космического мусора. По актуальности, научной новизне и практической значимости

диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор – МЕТЕЛЬНИКОВ Артём Александрович, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Отзыв обсужден и одобрен на научно-техническом семинаре кафедры АЗ – Космических аппаратов и двигателей БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова (протокол № 5/19 от 05.12.2019 г.).

Заведующий кафедрой АЗ – Космические аппараты и двигатели
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова,
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор

Бабук Валерий Александрович

Профессор кафедры И1 – Лазерной техники
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова,
доктор технических наук

Савин Андрей Валерьевич

Наименование организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

Адрес организации: 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

Телефон организации: 8 (812) 316-23-94

Адрес электронной почты организации: komdep@bstu.spb.su

Сайт организации: <https://www.voenmeh.ru/>