

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Балабановой Дианы Александровны

на тему" Разработка и исследование многолучевых дифракционных лидаров"
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.11.07 - Оптико-электронные приборы и комплексы.

Актуальность темы. Среди многообразия сфер применения лидаров особое место занимают космические альтиметры (топографические лидары), применяемые для построения моделей рельефа поверхностей Земли и планет. При разработке таких лидаров сравнительно недавно стала использоваться многолучевая структура лазерных пучков, формируемых дифракционными оптическими элементами - фазовыми дифракционными решетками. Многолучевая структура пучка позволяет отказаться от механического сканирования при обзоре пространства, но создает проблему энергетического дефицита излучения, поскольку исходный единственный пучок лазера преобразуется в многолучевую структуру. Кроме того, возникают вопросы оптимизации числа лазерных пучков (лучей), их взаимного расположения и расходимости, плотности выборки, структуры пучка в связи с точностью измерений при построении рельефа. Диссертация Д.А. Балабановой посвящена ответам на эти и смежные вопросы, что придает ее исследованиям несомненную актуальность.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников. Общий объем составляет 135 страниц, работа содержит 16 таблиц, 34 рисунка.

В первой главе диссертации рассматриваются принципы построения многолучевых лидаров. На основе обзора разработок космических лидаров-альтиметров делается вывод о перспективности использования

многолучевых дифракционных лидаров для построения рельефа поверхности Земли. Следует согласиться с автором диссертации, утверждающим, что сведения о методах расчета и оценках потенциальных возможностей разрабатываемых лидаров космического базирования практически отсутствуют в литературных источниках.

Вторая глава содержит основательный в научном отношении пространственно-частотный и пространственно-временной анализ лидарного сканирования. Полученные в разделе 2.1 математические зависимости позволяют рассчитать временные параметры сканирования и оценить возможность и целесообразность использования многолучевой конструкции лидара в конкретных применениях, включая использование авиационных носителей аппаратуры. Особый интерес в научном отношении представляют разделы второй главы 2.2-2.4, посвященные пространственно-частотному анализу лазерных сканеров. Автор вводит новое понятие в теорию линейной фильтрации - " рельефно-частотная характеристика ", которая более полно представляет точность лазерного сканера при сканировании рельефа, чем размеры и геометрия лазерного пятна, и показывает какими пространственными частотами ограничивается точность измерения рельефа. Для числовой оценки диапазона передаваемых пространственных частот автор предлагает использовать эффективную полосу передачи пространственных частот рельефа, определяемую по рельефно-частотной характеристике, указывающую на пространственное разрешение рельефа. В диссертации представлена методика измерений рельефно-частотной характеристики и описаны экспериментальные исследования, реализующие эту методику. Рельефно-частотная характеристика может использоваться как показатель качества лидарных сканеров вообще, однолучевых лидаров в частности, но особенно важна для оценки точности измерений рельефа с помощью многолучевых лидаров, поскольку пространственные выборки в этом случае не могут перекрываться. Научное содержание главы 2 диссертации можно рассматривать как определенный вклад в развитие

теории линейной фильтрации применительно к оптико-электронным системам лазерного сканирования.

Третья глава диссертации посвящена построению методики расчета многолучевых лидаров с дифракционными оптическими элементами, построенной из требований обеспечения заданной точности измерений. Автор анализирует составляющие погрешности измерений при сканировании рельефа, получает математические выражения, позволяющие рассчитать эти погрешности, и на этой основе создает методику расчета, позволяющую выявить влияние параметров лидара и внешних параметров на точность измерений рельефа и оптимизировать эти параметры. Методика расчета апробирована на примере оценки параметров точности современного космического лидара ATLAS.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Новыми в научном отношении представляются следующие результаты.

1. Математические выражения, определяющие пространственно-временные и пространственно частотные соотношения при сканировании рельефа.
2. Введение и использовании рельефно-частотной характеристики как показателя качества лазерных сканеров.
3. Разработка методики измерений рельефно-частотной характеристики.
4. Разработка методики расчета параметров многолучевых лидаров с дифракционными оптическими элементами.

Полученные результаты представляются обоснованными, подтверждаются проведенными расчетами и экспериментами, не противоречат общей теории оптико-электронных систем, соответствуют теоретическим возможностям достижения заявленных параметров многолучевых лидаров.

Практическая значимость диссертации. Разработанная в диссертации методика расчета параметров лидаров и методика измерений рельефно-частотной характеристики позволяют оценить потенциальные

возможности достижения заданной точности измерений при сканировании топографическими лидарами, могут использоваться при составлении технического задания на разработку таких систем, позволяют оптимизировать конструктивные решения, определить необходимую элементную базу и требования к основным элементам и узлам системы сканирования. Результаты диссертации могут быть использованы на отечественных предприятиях оптического приборостроения и предприятиях космической отрасли для расчетного обоснования требований к параметрам и характеристикам лидаров воздушного и космического базирования, при испытаниях лидаров на предприятиях-изготовителях.

Диссертация изложена строгим, понятным языком, на высоком математическом уровне, хорошо оформлена. Основные защищаемые научные положения исчерпывающе представлены в публикациях автора.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Вместе с тем, считаю необходимым высказать следующие замечания, которые, однако, не ставят под сомнение научную и практическую ценность диссертации.

1. Блок-схема расчета основных параметров лидара (рис.26, стр.80) изображена не корректно, не ясна процедура ввода исходных данных.
2. Вопрос о временной и пространственной стабильности рельефно-частотной характеристики остается открытым. Автор не рассматривает вопрос об измерении рельефно-частотной характеристики при формировании большого числа оптических каналов (лучей).
3. В диссертации опущен вопрос об оптимизации геометрического рисунка многолучевой картины, то есть взаимного расположения лучей.

Оценивая диссертацию в целом, считаю, что Д.А. Балабановой удалось решить важную научно-техническую задачу – разработать методику расчета и

пространственно-частотного анализа многолучевых дифракционных лидаров.

Таким образом, диссертация Д.А. Балабановой является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 - Оптико-электронные приборы и комплексы.

Отзыв составил  Валерий Викторович Коротаев

20.04.2020

Должность: профессор факультета прикладной оптики Университета ИТМО.

Ученая степень: доктор технических наук.

Ученое звание: профессор.

Адрес электронной почты: vvkorotaev@itmo.ru

Рабочий телефон: +7(812)5954142

Контактный телефон: +7 921 329 56 06

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация составителя отзыва: 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Наименование организации, работником которой является: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Почтовый адрес организации: 197101, Санкт Петербург, Кронверкский пр.,49

Адрес электронной почты организации: od@itmo.ru, org@itmo.ru

Контактный телефон: +7 (812) 232-97-04



Коротаев В.В.

 Сурин О.А.
20.04.2020