



Государственная корпорация «Ростех»
Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт
телевидения»
(АО «НИИ телевидения»)



Политехническая ул., д. 22, Санкт-Петербург, 194021
Тел. (812) 297-41-67; Факс (812) 552-25-51; E-mail: niitv@niitv.ru, http://www.niitv.ru
ОКПО/ОГРН 07513895/1027801529678; ИНН/КПП 7802042375/783450001

№ 1525/300 «28» апреля 2020 г.

Учёному секретарю диссертационного
совета Д 212.143.03 при федеральном
государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего
образования «Московский
государственный университет геодезии и
картографии» (МИИГАиК)
О. В. Вшивковой
105064, г. Москва,
Гороховский переулок, д. 4.



Зам. генерального директора
по научной работе
Д. Т. Н. профессор

А. К. Цыцулин

«28» апреля 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Балабановой Дианы Александровны
«Разработка и исследование многолучевых дифракционных лидаров»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и
комплексы.

Актуальность темы

Объёмное видение имеет целью построение «карты глубины», что для каждого наблюдаемого объекта соответствует «облаку точек». Так как активные системы обладают более широкими возможностями в построении трёхмерных изображений, чем стереоскопические, то исследования и развитие активных систем, в частности, изложенные в диссертации Д. А. Балабановой, являются актуальными. Более того, отечественная техника построения трёхмерных образов, в том числе с помощью лидаров, особенно многолучевых, развита не достаточно и нуждается в пристальном внимании как разработчиков, так и органов управления, определяющих финансирование научных исследований и разработок.

Синтез пассивных и активных систем наблюдения опирается на общие принципы формирования изображений в части развёртки изображений. Так, в пассивных телевизионных системах при их зарождении использовались одноэлементные приёмники с *последовательным* сканированием изображения (широко известный диск Нипкова), которые впоследствии были вытеснены фотоприёмниками с кадровым *параллельным* накоплением (сначала электронно-лучевыми трубками, затем матричными приборами). Промежуточное положение занимают системы с группой накопительных элементов (от единиц до тысяч), в которых потребность в механическом сканировании сохраняется и реализуется *параллельно-последовательное* накопление сигнала. Примерами могут служить космические системы наблюдения: геостационарный метеорологический КА «Электро», в котором используется параллельное накопление в 15 одноэлементных приёмниках для одновременного накопления 15 строк при механическом двухступенном сканировании для формирования кадра из 6000 строк, и группы КА «Ресурс», в которых используется группа линейных фотоприёмников (обычно работающих в режиме ВЗН) с общим числом элементов в строке несколько десятков тысяч, а кадровая развёртка осуществляется благодаря орбитальному движению КА. Эти три класса развёртки ранжируются по потребительским свойствам: чем выше параллелизм — тем выше чувствительность и слитность при передаче движения. Подробно эти три способа развёртки, накопления и дискретизации изображений и их опора на принцип слитности обсуждены в работе Твердотельные телекамеры: накопление качества информации / Цыцулин А. К., Адамов Д. Ю., Манцветов А. А., Зубакин И. А. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014.

Эти три способа реализации развёртки, накопления и дискретизации изображений *полностью относятся и к активным системам*, которые также разделяются на системы с последовательным сканированием лазерного луча, с параллельно-последовательным сканированием («многолучевое» сканирование) и с параллельным накоплением в матричном фотоприёмнике, при модуляции его чувствительности в процессе накопления (в упрощённом варианте — при сканировании фазы времени накопления) с последующим

получением «карт глубины» (напр., Варгин П. С., Умбиталиев А. А., Черногубов А. В. Определение пространственной формы искусственных космических объектов методом телевизионной лазерной локации. Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника телевидения. 2019. Вып. 2. С. 10–23; доступна электронная версия на сайте: telenavt.ru).

Рецензируемая диссертационная работа Д. А. Балабановой посвящена исследованию многолучевого дифракционного лидара как *параллельно-последовательного* варианта системы, который превосходит однолучевые последовательные системы по быстродействию и чувствительности, но, что автором, к сожалению, не отмечается, уступает параллельным системам (телевизионным лазерным локаторам) в части разрешающей способности по углу и дальности, а также быстродействию, определяющим слитность объёмного изображения.

Значимость и рекомендации по использованию результатов

Достоинством рецензируемой работы является не только тщательность аналитического обзора разработки и использования лидаров в космических системах, но и методика оценивания их характеристик на основе рельефно-частотной характеристики, представляющей лазерный сканер как фильтр пространственных частот при зондировании рельефа поверхности. Эта характеристика наиболее полно описывает свойства лидара при передаче пространственных частот рельефа, значима для развития оптико-электронного приборостроения и может быть внедрена в практику испытаний при аттестации лидаров-альтиметров путём измерения рельефно-частотной характеристики и включение её в перечень аттестуемых параметров. Эти результаты рекомендуются к использованию ведущим организациям по созданию систем объёмного видения – МАК «Вымпел», ВПК НПО Машиностроения, КБ Точмаш им. А. Э. Нудельмана и др.

Новизна работы

Предложена оригинальная, доведённая до уровня программного обеспечения методика расчёта параметров лидара, определяющих пространственную разрешающую способность системы, что позволяет

осуществлять инженерные расчёты по выбору и оптимизации параметров лидара с высокой производительностью.

Замечания

1. Заключение по диссертации не содержит количественных показателей эффективности разработанных методов.

2. В диссертации имеются лишь декларации о том, что разработанная методика позволяет оптимизировать параметры многолучевых лидаров, но оптимизация этих параметров, в том числе рельефно-частотной характеристики отсутствует. Утверждение в разделе «Научная новизна» об использовании «рельефно-частотной характеристики как критерия качества лазерного сканера» не корректно. Понятие критерия неразрывно связано с оптимизацией. Это означает, что введённое понятие рельефно-частотной характеристики – это показатель, а не критерий.

3. Выражение (3.3) для отношения сигнал/шум на с. 69 диссертации (с. 17 автореферата) включает не обоснованный член « $n_{p\lambda}$ – число фотоэлектронов, определяемых фотонным шумом»: дисперсии сигнальных и фоновых фотоэлектронов, обусловленные фотонным шумом, уже учтены двумя другими членами знаменателя формулы (3.3). Таким третьим компонентом шума может быть шум считывания и темновой сигнал фотоприёмника (Твердотельная революция в телевидении/ Под ред. А. А. Умбиталиева и А. К. Цыцулина. М. Радио и связь, 2006. 312 с.; см. с. 107).

4. В тексте диссертации нет подтверждений вывода 7 по главе 2 об экспериментальной проверке изменения стабильности при изменении углов наблюдения.

5. Обозначение Δf_s в разных разделах диссертации трактуется по-разному: во второй главе это эффективная полоса передачи пространственных частот рельефа; в выводах к гл. 2 сказано, что Δf_s прямо указывает на пространственное разрешение рельефа $\Delta x = 1/\Delta f_s$, а в разделе 3.1 говорится, что $\Delta f_s = 1/t_c$, т. е. определяет разрешение по глубине, а не по пространству.

Заключение

Отмеченные недостатки не снижают положительной оценки рецензируемой квалификационной работы.

Ведущая организация считает, что работа обладает внутренним единством, содержит значимые для теории и практики оптико-электронного приборостроения результаты и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Балабанова Диана Александровна заслуживает присвоения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании НТК-14 АО «НИИ телевидения», основным направлением научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности которого является создание космических видеоинформационных систем 27 апреля 2020 г.

Начальник НТК-14

кандидат технических наук, доцент

В. А. Зимин

Начальник лаборатории,

кандидат технических наук

А. В. Морозов

Главный научный сотрудник,

кандидат технических наук

А. А. Манцветов