

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ТУСУР,
д.т.н., доцент
В.М. Рудневский
2021 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» («ТУСУР»)

Диссертация «Методы и алгоритмы прецизионного измерения дальности в активно-импульсных телевизионных измерительных системах» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

Соискатель Мовчан Андрей Кириллович в 2017 г. окончил магистратуру ТУСУР по специальности «Радиотехника». С 2017 по 2021 гг. очно обучался в аспирантуре ТУСУРа по направлению 11.06.01 – электроника, радиотехника и системы связи. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2021 г. ТУСУРом.

Научный руководитель – Курячий Михаил Иванович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры ТУ ТУСУР.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Мовчана Андрея Кирилловича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной и актуальной задачи: прецизионного измерения дальности в активно-импульсных телевизионных измерительных системах (АИ ТИС).

Личное участие автора в получении результатов

Основные результаты работы получены автором лично или при его непосредственном участии. Задачи исследования были сформулированы совместно с научным руководителем работы, который оказывал консультативное содействие и осуществлял верификацию результатов в процессе выполнения работы. Личный вклад автора состоит в планировании и проведении экспериментальных исследований, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировании выводов, разработке программного обеспечения, подготовке и публикации докладов и статей.

Список публикаций соискателя на 3 страницах прилагается к данному ЗаклЮчению.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

В диссертационной работе применены экспериментальные и теоретические методы, заключающиеся в получении основных характеристик расчётным путём и последующем сравнении полученных данных с результатами натурных испытаний. Среди методов исследования применялись: теория математической статистики, методы цифровой обработки изображений, математическое моделирование.

Научная новизна диссертации

1. Разработан многозонный метод измерения дальности в АИ ТИС, отличающийся использованием нормированной динамической экспозиции фотоприемника по дальности, который позволяет увеличить диапазон определения расстояний до наблюдаемых объектов при заданной точности.

2. Разработан алгоритм коррекции нелинейности измерительной функции в многозонном методе измерения дальности, основанный на оптимальном выборе значений задержек импульсов стробирования фотоприемника для формирования его динамической экспозиции по критерию минимума среднеквадратической ошибки.

3. Определена потенциальная точность измерения дальности многозонным методом в АИ ТИС, с учетом форм импульсов подсвета пространства и стробирования фотоприёмника, нестабильностей их временных параметров, а также влияния шума фотоприемника, что подтверждает возможность построения прецизионных «карт глубин» пространства.

Практическая значимость диссертации

1. Практическое использование разработанного многозонного метода измерения дальности в АИ ТИС позволяет увеличить диапазон измеряемых расстояний и уменьшить влияние форм и нестабильностей временных параметров импульсов подсвета пространства и стробирования фотоприемника на точность измерения дальности.

2. Реализована программная модель измерения дальности в АИ ТИС, учитывающая формы и нестабильность временных параметров импульсов подсвета пространства и стробирования фотоприемника.

3. Показана возможность повышения точности измерения дальности многозонным методом за счет коррекции нелинейности измерительной функции.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями их результатов в рецензируемых журналах и материалах конференций.

Использование результатов исследований

1. НИР «Прецизионное томографическое видение объектов телевизионными измерительными системами с активно-импульсным подсветом пространства», грант РФФИ по научному проекту № 19-37-90141, 2019–2021 гг.

2. НИР «Выявление новых подходов к совершенствованию обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и моделирования систем активного зрения роботов» (шифр проекта 8.9562.2017/БЧ), 2017–2019 гг.

3. Проведение натурных испытаний лабораторного макета АИ ТИС с установкой на разработанный силами Альянса "Техническое зрение" в городе Томске беспилотный автомобиль, который в декабре 2019 г. принял участие в конкурсе «Зимний город» на полигоне в подмосковном городе Дмитров.

4. Проведение натурных испытаний лабораторного макета АИ ТИС в сложных условиях видения при низкой прозрачности среды распространения оптического излучения совместно с ООО «Софт Кристалл» г. Томск.

5. Проведение комплексных испытаний активно-импульсной телевизионной измерительной системы (АИ ТИС) и системы построения ортофотопланов местности беспилотным воздушным судном (СПОМБВС) на полигоне НИИ РТС ТУСУР.

Полнота изложенных материалов диссертации в печатных работах, опубликованных автором

По результатам исследований опубликовано 18 работ: 3 статьи в журналах из перечня ВАК, 1 статья в журнале, проиндексированном в Scopus, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 13 докладов в трудах международных конференций, 7 из которых проиндексированы в наукометрических базах Scopus и Web of Science,

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертационная работа Мовчана Андрея Кирилловича по своему содержанию соответствует паспорту специальности 2.2.6. «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» в рамках областей исследования: п. 2 «Разработка, совершенствование и исследование характеристик приборов, систем и комплексов с использованием электромагнитного излучения

оптического диапазона волн, предназначенных для решения задач измерения геометрических и физических величин».

Диссертация «Методы и алгоритмы прецизионного измерения дальности в активно-импульсных телевизионных измерительных системах» Мовчана Андрея Кирилловича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6. Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Заключение принято на заседании кафедры ТУ и экспертного семинара по специальности 2.2.6. Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Присутствовало на заседании 11 человек. Результаты голосования: «за» - 11 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 6 от «14» декабря 2021 г.

Председатель,
д.т.н., доцент,
заведующий кафедрой ТУ



(Подпись)

Т.Р. Газизов

Секретарь,
д.т.н., доцент,
доцент кафедры ТУ



(Подпись)

С. П. Куксенко

Список публикаций соискателя Мовчана Андрея Кирилловича
Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Мовчан А.К. Методы и алгоритмы прецизионного измерения дальности активно-импульсными телевизионными измерительными системами / Мовчан А.К., Капустин В.В., Курячий М.И., Чалдина Е.С. // Доклады ТУСУР. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 7–14.

2. Мовчан А.К. Блок управления активно-импульсных телевизионных систем / А. К. Мовчан [и др.] // Доклады ТУСУР. – 2020. – Т. 23, № 4. – С. 16–20.

3. Мовчан А. К., Белов В. В., Гриднев Ю. В., Капустин В. В., Козлов В. С., Кудрявцев А. Н., Курячий М. И., Рахимов Р. Ф., Панченко М. В., Шмаргунов В. П. Экспериментальная оценка частотно-контрастных характеристик активно-импульсных телевизионных систем видения в условиях повышенной мутности аэрозольных сред. // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т. 31. № 09. –С. 771–775.

Публикации в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science

4. Movchan, A. K., Belov, V. V., Gridnev, Y. V., Kapustin, V. V., Kudryavtsev, A. N., Kuryachii, M. I., ... & Shmargunov, V. P. (2019). Experimental Estimation of Frequency-Contrast Characteristics of Active Pulsed Television Systems under Conditions of Enhanced Turbidity of Aerosol Media. *Atmospheric and Oceanic Optics*, 32(1), pp.103-107.

5. Movchan, A., Kapustin, V., & Kuryachiy, M. (2017, June). Vision area parameters analysis for active-pulse television-computing systems. In 2017 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) (pp. 1-5). IEEE.

6. Movchan, A. K., Kapustin, V.V., Zaytseva, E. V., & Kuryachy, M. I. (2018). Active pulse television measuring systems for ensuring navigation of transport means in heavy weather conditions. *Transportation systems and technology*, 4(1), pp. 68-83.

7. Movchan, A. K. et al. Multi-Area Range Measurement Method Using Active-Pulse Television Measuring Systems //2020 21st International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). – IEEE, 2020. – pp. 293–297.

8. Movchan, A., Kapustin, V., Kuryachiy, M., & Chaldina, E. (2020). Statistical Analysis and Experimental Evaluation of Active-Pulse Television Measuring Systems Vision Zone Shapes. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1488, p. 012006).

9. Movchan, A., Kapustin, V., Kuryachiy, M., & Chaldina, E. (2020, March). Active-pulse television measuring systems images space-time filtration by range. In: *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1488, - pp. 012-032.

10. Movchan, A.K. Study of the Time-of-Flight Method for Measuring Distances to Objects Using an Active-Pulse Television Measuring System / E.S. Chaldina, Movchan A.K., Kapustin V.V. – 2019 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON), 2019.– pp. 0457–0461.

11. Movchan A. et al. Software tool for modelling active vision areas of tomographic systems // *Journal of Physics: Conference Series*. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1862. – №. 1. – Р. 012-015.

Публикации в трудах конференций

12. Мовчан А.К. Статистический анализ и экспериментальная оценка форм зон видения активно-импульсных телевизионных измерительных систем / А.К. Мовчан, В.В. Капустин, М.И. Курячий, Е.С. Чалдина // *Электронные средства и системы управления: материалы докладов XV Международной научно-практической конференции (20–22 ноября 2019 г.): в 2 ч. – Ч. 2.* – Томск: В-Спектр, 2019. – С. 188-192.

13. Movchan, A. K., Kapustin, V. V., Kuryachiy, M. I. (2018). Methods and means of tomographic vision of space by active-pulse television measurement systems. In *GraphiCon 2018-28th International Conference on Computer Graphics and Vision* (pp. 222-225).

14. Мовчан А.К. Вычислитель активных зон видения томографических систем / Е.С. Чалдина, А.К. Мовчан, В.В. Капустин, М.И. Курячий, // *Электронные средства и системы управления: материалы докладов XVI Международной научно-практической конференции (18–20 ноября 2020 г.): в 2 ч. – Ч. 2.* – Томск: В-Спектр, 2020. – С. 169-172.

15. Мовчан, А.К. Анализ особенностей изображений активно-импульсных телевизионно-вычислительных систем / В.В. Капустин, А.К. Мовчан, М.И. Курячий // *Материалы международной научно-технической конференции «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации «Распознавание - 2017».* Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2017. – С. 188-190.

16. Мовчан, А. К., Капустин, В. В., Курячий, М. И. Оценка дальности до наблюдаемых объектов активно-импульсными телевизионными измерительными системами. // *Материалы международной научно-технической конференции «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации «Распознавание - 2018».* Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2018. – С. 175-177.

17. Мовчан, А.К. Капустин, В.В. Айсабек, С.А. Оценка отношения сигнал/помеха обратного рассеяния в активно-импульсных телевизионных вычислительных системах / А.К. Мовчан, В.В. Капустин, С.А. Айсабек // *Межд. науч. -практ. конф. «Электронные средства и системы управления».* – 2018. В 2 ч. – Ч. 2. – С. 177–180.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021612745 Российская Федерация. Вычислитель активных зон видения томографических систем / Е.С. Чалдина, А.К. Мовчан, В.В. Капустин; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». – № 2021612745; заявл. 27.01.2020; опубл. 24.02.2021. – 1 с.