

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Мовчана Андрея Кирилловича
«Методы и алгоритмы прецизионного измерения дальности в активно-импульсных телевизионных измерительных системах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и
комплексы

Актуальность темы

В связи с развитием беспилотных технологий, таких как навигация беспилотных транспортных средств, а также для обеспечения безопасности вождения транспортных средств в сложных условиях видения и т.п., насущной задачей является создание новых средств и технологий для измерения дальности до наблюдаемых объектов. Поэтому тема диссертационной работы, связанная с разработкой методов и алгоритмов прецизионного измерения дальности до объектов за счет использования разработанного многозонного метода измерения дальности (ММИД) в активно-импульсных телевизионных измерительных системах (АИ ТИС), является **актуальной**.

Актуальность проведенного исследования связана с тем, что АИ ТИС являются основой построения систем технического зрения, для которых одной из главных задач является дистанционное измерение дальности до объектов наблюдения. В свою очередь, вычисление дистанции до объекта для каждой точки его плоского изображения позволяет построить трехмерную картину положения объекта в пространстве.

Общая характеристика работы

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 103 наименований и приложений с актами внедрения результатов работы соискателя и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ. Объем диссертации с приложениями 141 с., 82 рисунка и 7 таблиц.

Автореферат диссертации написан и оформлен в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки России и полностью отражает содержание диссертационной работы.

Во **введении** определены цели и задачи, подлежащие исследованию, приведены основные научные результаты, обосновано научное и практическое значение работы, представлены положения, выносимые на защиту, показана актуальность работы и личный вклад автора.

В **первой главе** приведен аналитический обзор литературы по теме диссертационного исследования, описаны особенности построения и принципы работы АИ ТИС, а также методы измерения дальности в АИ ТИС, сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе рассмотрен разработанный соискателем многозонный метод измерения дальности в АИ ТИС, а также алгоритм повышения точности измерения дальности многозонным методом за счет коррекции нелинейности измерительной функции ММИД.

В третьей главе представлены результаты компьютерного моделирования ДМИД и ММИД. Дана оценка влияния формы оптического импульса и количества активных зон видения (АЗВ) на потенциальную точность ММИД. Приведены результаты моделирования влияния шума фотоприемника и джиттера длительности импульса подсвета пространства (ИПП) на потенциальную точность измерения дальности многозонным методом. Приведено описание разработанного программного обеспечения для компьютерного моделирования процессов формирования зон в АИ ТИС и методов измерения дальности.

В четвертой главе приведено описание разработанного макета АИ ТИС и представлены результаты экспериментальных исследований измерения дальности многозонным методом. Также представлены результаты экспериментального исследования алгоритма повышения точности измерения дальности многозонного метода. Приведены результаты экспериментального исследования влияния шума фотоприемника на точность измерения дальности многозонным методом. Приведены результаты испытания макета АИ ТИС и измерения им дальности на полигоне НИИ РТС ТУСУР. Представлены изображения некоторых объектов на полигоне и полученные с помощью АИ ТИС «карты глубин» пространства. Представлено описание испытаний макета АИ ТИС в условиях пониженной прозрачности среды распространения оптического излучения проведенного в большой аэрозольной камере ИОА СО РАН.

В приложениях содержатся акты внедрения результатов диссертационной работы и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в следующем.

1. Разработан многозонный метод измерения дальности в АИ ТИС, который отличается от аналогов тем, что в нем используется нормированная динамическая экспозиция фотоприемника по дальности, что позволяет увеличить диапазон определения расстояний до наблюдаемых объектов.

2. Разработан алгоритм коррекции нелинейности измерительной функции в ММИД, 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 шумов фотоприемника, что

подтверждает возможность построения прецизионных «карт глубин» пространства.

Научная значимость

В диссертации Мовчана А.К. представлено решение проблемы прецизионного измерения дальности до наблюдаемых объектов в активно-импульсных телевизионных измерительных системах.

Достоверность результатов

Достоверность результатов диссертационной работы основывается на результатах моделирования и применении результатов на практике.

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 WoS.

Практическая значимость

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный автором многозонный метод измерения дальности в АИ ТИС позволяет уменьшить влияние форм и стабильности временных параметров импульса подсвета пространства и импульса стробирования фотоприемника на точность измерения дальности до объектов наблюдения. Также автором показана возможность повышения точности измерения дальности многозонным методом за счет коррекции нелинейности измерительной функции.

Замечания по диссертационной работе

Следует отметить некоторые недостатки диссертационной работы.

1. По мнению оппонента, не конкретно сформулирован 1-й пункт **научной новизны** "... метод, который позволяет увеличить диапазон определения расстояний до наблюдаемых объектов **при заданной точности**". Желательно было указать, какова «заданная точность»?

2. 1-е защищаемое положение сформулировано не совсем корректно. Последняя фраза предложения, начиная со слов "..., а в известном методе ..." плохо связана с первой частью предложения.

3. Слишком большая по объему обзорная глава с описанием технических средств АИ ТИС – 36 стр., что составляет почти 1/3 общего содержания диссертационной работы.

4. В главе 2 соискатель не отметил, на каких из описанных в обзоре технических средств могут быть реализованы многозонный метод и алгоритм, чтобы обеспечить прецизионное измерение дальности.

5. В подразделе 3.3 не приведена оценка влияния темновых токов ПЗС-матрицы на потенциальную точность метода.

6. По оформлению работы:

6.1. Имеется ряд стилистических ошибок и орфографических опечаток, в ряде мест по тексту диссертации отсутствует согласование падежей.

6.2. На рис. 4.10, 4.22-4.25 не указана единица измерения яркости по оси ординат.

6.3. В Списке использованных источников под разными номерами 102 и 103 приведены английская и русская версии одной и той же статьи соискателя.

Отмеченные недостатки не снижают ценности выполненной диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Мовчана А.К. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена задача по совершенствованию методов и алгоритмов в области измерения дальности активно-импульсными телевизионными измерительными системами. Результаты диссертации достоверны, обоснованы и опубликованы в печатных работах. Выводы и рекомендации обоснованы. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Содержание диссертации соответствует пп. 1 и 3 паспорта специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9 и 10 "Положения о присуждении ученых степеней" (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, в редакции от 11.09.2021), а ее автор **Мовчан Андрей Кириллович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.**

Официальный оппонент

доктор технических наук по специальности 05.11.07,
профессор, главный научный сотрудник
лаборатории экологического приборостроения
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук (ИМКЭС СО РАН),
634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3,
сл. т. (3822) 492-249
e-m: tikhomirov@imces.ru

Александр Алексеевич Тихомиров

« 04 » марта 2022 г.



Подпись _____ заверяю.
Ученый секретарь ИМКЭС СО РАН,
_____ (О.В. Яблокова)