

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
на диссертацию 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**

Работа посвящена решению задачи прецизионного измерения дальности до наблюдаемых объектов в активно-импульсных телевизионных измерительных системах (АИ ТИС). Актуальность данной работы 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.

Известные методы определения дальности имеют ограниченный диапазон измерений, а также зависимость точности измерений от стабильности временных параметров и форм управляющих сигналов.

Автором предлагается решение задачи прецизионного измерения дальности до наблюдаемых объектов в АИ ТИС за счет использования разработанного многозонного метода измерения дальности (ММИД). Таким образом, поиск новых методов и алгоритмов прецизионного измерения дальности в АИ ТИС является весьма актуальной задачей, что подтверждает актуальность диссертационной работы Мовчана Андрея Кирилловича.

**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 РФ, 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** выполнен аналитический обзор литературы по теме диссертационного исследования, описаны особенности построения и принципы работы АИ ТИС, а также методы измерения дальности в АИ ТИС, сформулирована цель исследования и определены задачи исследования.

Во **второй главе** описан разработанный многозонный метод измерения дальности в АИ ТИС, а также алгоритм повышения точности измерения дальности многозонным методом.

В **третьей главе** дана оценка влияния формы оптического импульса и количества активных зон видения (АЗВ) на потенциальную точность многозонного метода. 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** дано описание макета АИ ТИС и представлены результаты экспериментальных исследований измерения дальности многозонным методом. Также представлены результаты экспериментального исследования алгоритма повышения точности измерения дальности многозонного метода. Представлены 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 БАК Института оптики и атмосферы имени В.Е. Зуева СО РАН.

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

### **Научная новизна**

Научная новизна работы заключается в следующих результатах.

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.

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.

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 Web of Science.

### **Практическая значимость**

Практическая значимость работы заключается в том, что автор предлагает многозонный метод измерения дальности в АИ ТИС, который позволяет уменьшить влияние форм и стабильности временных параметров импульсов подсвета пространства и 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**

1. В работе проведен достаточно полный обзор методов измерительных 3D-технологий. Однако при сравнительном анализе не учитывается одна из важнейших характеристик – устойчивость методов к работе при фоновой засветке.
2. Из текста диссертации не совсем ясно, исходя из каких требований выбирается количество локальных АЗВ. График зависимости среднеквадратической ошибки измерения дальности в ММИД от количества локальных АЗВ носит экспоненциальный характер (рисунок 3.13). Чем больше количество локальных АЗВ, тем ниже СКО. Почему тогда при моделировании в главе 3.2 автор ограничился 10-ю локальными АЗВ, а во всей остальной работе использовал 20 локальных АЗВ, а в ряде экспериментов 100-зонный ММИД.
3. В работе используется упрощенная модель шума системы. В модели не учитывались фотонный шум, спекл-шум, изменение шумов от повышения температуры системы в процессе работы, шумов связанных с фоновым освещением.

## Заключение

Диссертационная работа представляет собой полноценное научное исследование в области измерения дальности активно-импульсными телевизионными измерительными системами. В работе решены поставленные задачи и достигнута цель по разработке метода прецизионного измерения дальности в активно-импульсных телевизионных измерительных системах. Результаты диссертации достоверны, обоснованы и опубликованы в печатных работах. Выводы и рекомендации обоснованы. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения» о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 11.09.2021), "О порядке присуждения ученых степеней", 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

Кандидат технических наук, доцент  
кафедры телевидения и видеотехники  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ» ул. Профессора  
Попова, д.5, г.Санкт-Петербург, 197376,  
Россия

Тел. +7 921 368-77-19

Email: psbaranov@etu.ru

Павел Сергеевич Баранов

«25» февраля 2022 г.

