

ОТЗЫВ

на диссертационную работу **Старосотникова Николая Олеговича** по теме
**«СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ АППАРАТОВ
ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**,
представленную на соискание ученой степени **кандидата технических наук** по специальности
05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Актуальность темы.

Важным применением снимков земной поверхности с высоким пространственным разрешением является их использование для создания топографических планов и карт. Для этого съёмочная аппаратура должна быть откалибрована. Стоимость снимков, полученных такой аппаратурой, возрастает в разы. Поэтому необходимо исследовать и развивать область геометрической калибровки оптико-электронных аппаратов (ОЭА).

Оценка степени новизны результатов и научных положений, выносимых на защиту.

Результаты, выносимые на защиту, являются научно обоснованными, являются достоверными, апробированы на научных конференциях, опубликованы в рецензируемых изданиях, защищены патентами и подтверждены внедрением в производство.

Новыми научными результатами диссертации являются:

– предложено устройство для геометрической калибровки ОЭА с широким диапазоном технических характеристик за счёт использования в качестве тест-объекта цифрового микрозеркального устройства, которое может быть использовано для ОЭА различных типов, с погрешностью не хуже, чем при использовании стандартных способов реализации тест-объекта, разрабатываемых индивидуально под каждый конкретный ОЭА;

– по результатам исследований на разработанной математической модели и макетах определены требования к пороговым значениям, предложены методы уменьшения влияния факторов, влияющих на погрешность определения координат центров элементов изображения рисунка тест-объекта:

- размер элемента изображения рисунка тест-объекта должен быть более 3 пикселей, чтобы погрешность составляла не более $\pm 0,01$ пикселя;

- фильтрация двумерного сигнала изображения фильтром Винера, а также применение порога, значения ниже которого принимаются равными нулю, позволяют уменьшить погрешность, вызванную влиянием шумов исследуемых промышленных цифровых камер от 3 до 5 раз до не более $\pm 0,01$ пикселя;

- полезный двумерный сигнал изображения рисунка тест-объекта на фотоприёмнике ОЭА должен быть более 30 % максимального значения квантования. При присвоении значению сигнала квадратичных весовых коэффициентов уровень сигнала достаточен более 12 % максимального значения квантования. Сигнал по полю фотоприёмника ОЭА должен быть равномерным, отличие – не более (5–10) %;

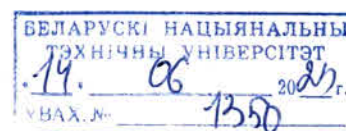
- отношение сигнал/шум должно быть более (10–20);

- установлено, что более точный алгоритм поиска центров элементов изображения рисунка тест-объекта по энергетическому центру тяжести по сравнению с контурными алгоритмами и вычислением кросскорреляции между рисунком тест-объекта и его изображением;

- определены аберрации, которые при расчёте оптической системы необходимо свести к минимуму: астигматизм, дисторсия, хроматизм увеличения, а также хроматизм положения и термооптические аберрации, но на порядок меньшей степени;

*Отзыв поступил в совет
14.06.2023*

*С отзывом ознакомлен
15.06.2023*



• установлены временные параметры калибровок для уменьшения температурного смещения элементов DMD и фотоприёмника исследуемой цифровой камеры до величины менее 1 мкм: время прогрева DMD – 60 мин, при совместном использовании DMD с исследуемой цифровой камерой – 120 мин;

– предложена методика геометрической калибровки многоматричных ОЭА, основанная на разделении элементов внешнего ориентирования путём обработки измеренных данных по всем фотоприёмникам и элементов внутреннего ориентирования по каждому фотоприёмнику в противоположных положениях коллиматора, обеспечивающая погрешность от $\pm 0,2''$ до $\pm 1,0''$ (3σ).

Практическая ценность работы.

Результаты диссертационного исследования применены в ОАО «Пеленг» при разработке оборудования геометрической калибровки и калибровки съёмочных систем ДЗЗ.

Замечания и предложения по дальнейшим исследованиям:

1 для большего понимания возможно стоит описание принципа работы цифрового микрозеркального устройства проиллюстрировать схемой;

2 целесообразно продолжать исследования с новыми фотоприёмниками, поскольку их производители постоянно совершенствуют модели, пиксель становится порядка 1-2 мкм, а формат измеряется десятками Мпикс. Вероятно, следует рассмотреть отличия для фотоприёмников с обратной и фронтальной подсветкой, а также как их принцип работы скажется на погрешности определения координат энергетических центров тяжести тестовых изображений.

Замечания и предложения не оказывают существенного влияния на полноту и качество решения задач, поставленных соискателем в диссертационной работе.

Старосотников Николай Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

КТН, доцент,
первый заместитель генерального директора АО НПК «БАРЛ»

А.Г. Рачинский

Подпись Рачинского Андрея Григорьевича заверяю:

главный специалист отдела кадров



М.А. Абанина