

Отзыв официального оппонента Лобанова Александра Анатольевича на  
диссертацию **А.В. Мельникова**

на тему: «Разработка и исследование инфракрасных приборов  
ориентации по Земле на основе матричных фотоприемных устройств»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 2.2.6. Оптические и оптико-электронные приборы и  
комплексы

**Актуальность темы диссертации**

Диссертация соискателя посвящена актуальной теме, а именно разработке научных основ расчета и проектирования оптико-электронных приборов ориентации космических аппаратов по Земле, работающих в инфракрасном диапазоне спектра. Научные исследования автора призваны обеспечить суверенитет нашей страны при использовании космических аппаратов для навигации, связи, прогнозирования погоды и изучения климата, мониторинга природных ресурсов, производства геодезических измерений, а также получения спутниковых снимков высокого разрешения.

Использование в приборах ориентации по Земле многоэлементных фотоприемных устройств (МФПУ) дает существенные преимущества перед традиционными построителями местной вертикали (ПМВ) с оптико-механическим сканированием, прежде всего, в отношении повышения точности, снижения габаритов и массы, повышения помехозащищенности. Исследования по созданию и применению ПМВ на базе МФПУ в нашей стране находятся на стадии создания первых летных образцов. Важной современной научной задачей является определение технического облика разрабатываемых ПМВ, оценка возможности использования отечественной элементной базы при создании конструкции подобных систем, расчет потенциальной точности измерений такими приборами. Эти и другие смежные задачи, решаемые в диссертации А.В. Мельникова, придают ее исследованию несомненную актуальность.

**Достоверность и новизна.** В работе представлены следующие новые научные результаты:

1. разработана методика проектирования и расчета приборов ориентации по Земле, новизна которой заключается в возможности расчета перспективных приборов, использующих зеркально-линзовые панорамные объективы и многоэлементные фотоприемные устройства, что исключает необходимость использования механических приводов и оптических каналов солнечной защиты;
2. автором предложен оригинальный алгоритм компенсации систематической методической погрешности измерения угла отклонения от местной вертикали Земли, новизна которого заключается в использовании гармонического анализа выходных сигналов прибора и учете асферичности Земли, а также широтно-сезонных вариаций ее яркости.

Эффективность полученных автором результатов подтверждается опытом практического применения, о чем свидетельствует представленный в приложении Д акт об использовании результатов кандидатской диссертации.

Достоверность полученных результатов подтверждается результатами математического, и компьютерного моделирования, а также испытаний разработанного макетного образца построителя местной вертикали.

**Теоретическая значимость** исследований заключается, прежде всего, в развитии научных основ теории проектирования и разработки приборов ориентации по Земле. Получены новые, научнообоснованные результаты, которые позволяют создавать новые алгоритмические и конструктивные решения при проектировании и разработке приборов ориентации по Земле.

**Практическая значимость** рассматриваемой диссертации заключается в том, что на основе полученных теоретических данных автор разработал комплексную методику проектирования и разработки приборов ориентации по Земле, на примере построителей местной вертикали, работающих в инфракрасном диапазоне спектра на основе неохлаждаемых

матричных приемников излучения. для различных требований и условий эксплуатации. Следует особо подчеркнуть востребованность разработанных решений в части обеспечения повышения точности приборов данного типа, что отражается внедрением алгоритма компенсации систематических погрешностей и ее успешного применения в летной эксплуатации космических аппаратов серии «Ионосфера-М».

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, пяти приложений общим объемом 125 страниц. В диссертации автор рассматривает теоретические подходы к разработке и проектированию приборов ориентации по Земле. Ценность диссертации в том, что найденные теоретические аспекты автор трансформирует в практикоориентированную методику проектирования и разработки приборов ориентации по Земле.

Первая глава диссертации посвящена анализу традиционных принципов ПМВ инфракрасными приборами. Представлен анализ конструктивных решений ПМВ, спектральных диапазонов работы для данных устройств и существующих МФПУ.

Во второй главе диссертации рассмотрено содержание этапов методики расчета и проектирования построителя местной вертикали. При проектировании статических ПМВ выделено два основных подхода к разработке конфигурации приборов и предложены соответствующие схемы с использованием широкопольных объективов и ортогональных оптических каналов. Вторая глава диссертации, по существу, развивает теорию разработки и проектирования оптико-электронных приборов и представляется наиболее емкой в диссертации в ее теоретическом аспекте.

Третья глава диссертации посвящена задачам практического расчета параметров ПМВ с матричным приемником излучения. Дается анализ потенциальной точности вычисления угла отклонения от местной вертикали Земли, экспериментально подтверждается эффективность методики расчета

параметров прибора ориентации, доведенная до инженерных рекомендаций, программного обеспечения расчетов и реализации макета прибора.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Материал в диссертации изложен последовательно и логично.

Однако есть ряд замечаний, которые могут стать предметом дискуссии на защите диссертации.

1. Не очень высокое качество некоторых рисунков, например, рис. 7, 8, 12 б. Эти рисунки не являются основополагающими, тем не менее, их качество могло бы быть лучше.
2. На стр. 36 представлены артефакты форматирования в текстовом редакторе.
3. Макетный образец созданного ПМВ представляет несомненный интерес. Автору следовало бы представить больше фотографий макета.
4. В диссертации и автореферате автор постоянно использует разную терминологию в отношении приемников излучения, а именно: многоэлементные неохлаждаемые приемники излучения, многоэлементные приемники излучения, многоэлементные неохлаждаемые матричные фотоприемные устройства, фотоматрицы, многоэлементная неохлаждаемая фотоматрица, матричное фотоприемное устройство, микроболометрическая матрица, ИК многоэлементная матрица, многоэлементная неохлаждаемая фотоматрица. Требуется уточнение автора, в рамках диссертации все эти термины понимаются как синонимы, или есть различия в использовании и значении. В будущем рекомендуется более точно выбирать термины и придерживаться единой терминологии во всей работе.

Указанные замечания, однако, не являются принципиальными и несколько не снижают положительного впечатления и высокой ценности диссертации.

Предметом обсуждения на защите могло бы стать использование автором языка Python для автоматизации предложенных алгоритмов при

лабораторных исследованиях макетного образца. Конечно, язык Python является современным и гибким инструментом разработки, однако одновременно он является достаточно требовательным к вычислительным ресурсам. Автор в диссертации справедливо отмечает необходимость снижения требований к бортовым вычислительным ресурсам и создания соответствующих алгоритмов. В связи с этим, использование языка Python требует пояснения от автора.

### **Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати**

Основные результаты, изложенные в диссертации, опубликованы в шести научных статьях, в том числе в трех в журналах из перечня ВАК, в частности, в журналах «Фотоника» и «Приборы», получен патент на изобретение. Дополнительно автором опубликованы три статьи по теме диссертационного исследования. Материал диссертации апробирован на восьми конференциях, в том числе – международных.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

В диссертации «Разработка и исследование инфракрасных приборов ориентации по Земле на основе матричных фотоприемных устройств» содержится решение важной научно-технической задачи создания методики расчета и проектирования приборов ориентации по Земле, а именно, разработаны и обоснованы научные основы проектирования и разработки инфракрасных приборов ориентации космических аппаратов по Земле. На основе этих результатов разработана методика расчета и проектирования построителей местной вертикали, имеющая значение для развития оптико-электронного приборостроения.

Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что диссертация А.В. Мельникова является законченной научно-квалификационной работой. Результаты научных исследований диссертанта необходимы для развития

