

## Применение двумерного преобразования Фурье для уточнения ориентации камер мониторинга морского горизонта

Маслов И.А., Гришин В.А., Сазонов О.В., Шакун А.В.

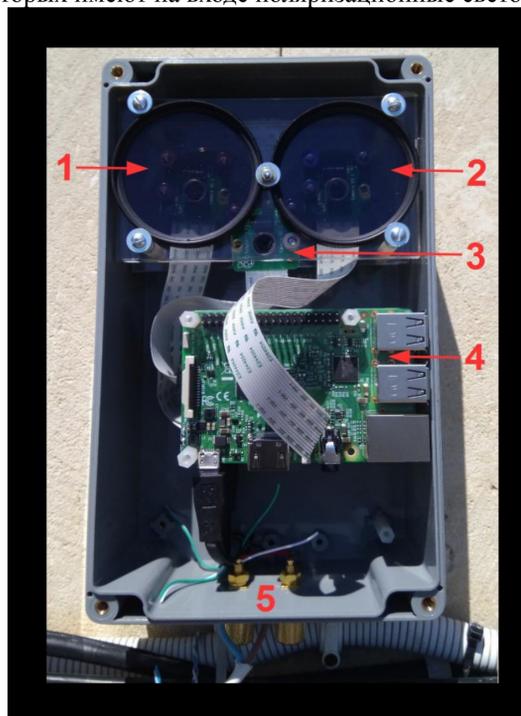
ИКИ РАН

[imaslov@iki.rssi.ru](mailto:imaslov@iki.rssi.ru)

Задача обеспечения точной и надежной навигации летательных аппаратов остается актуальной на протяжении многих десятков лет. Имеющиеся в настоящее время и перспективные глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), такие как GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BEIDOU, QZSS и ... вместе с различными системами дифференциальной коррекции являются крайне уязвимыми для искусственных помех. Система ELORAN, обладающая несравненно большей помехоустойчивостью, пока еще не развернута. Кроме того, покрытие этой системы будет весьма ограниченным.

Для отработки методов ориентации летательных аппаратов в условиях невозможности применения радиотехнических навигационных средств, проводится исследование возможности ориентации по наблюдению морского горизонта.

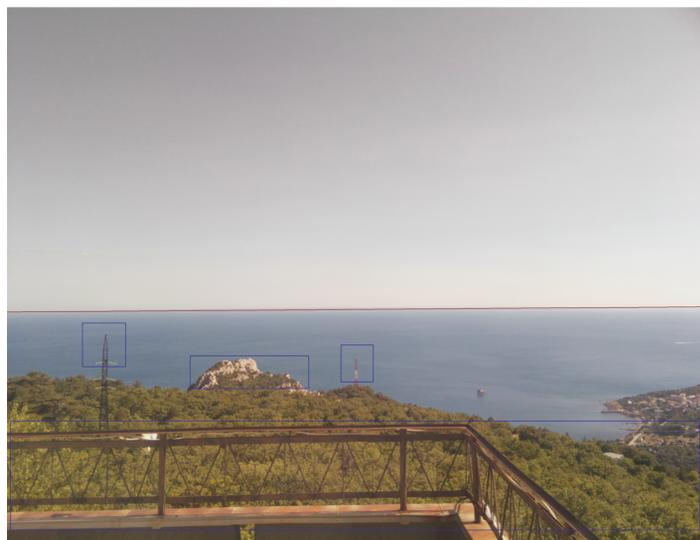
Съемки производятся при помощи трех малогабаритных камер, две из которых имеют на входе поляризационные светофильтры:



1,2 – поляризационные светофильтры перед камерами, выделяющие, соответственно, горизонтальную и вертикальную поляризации света;  
3 – камера без поляризационного светофильтра;  
4 – три микрокомпьютера;  
5 – питание 5 В.

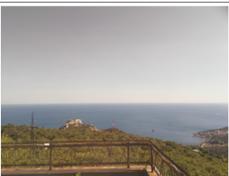
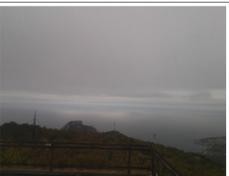
Опыт эксплуатации показал, что камеры под воздействием нагрева и охлаждения изменяют свою ориентацию, что необходимо учитывать для определения положения линии горизонта.

Текущую ориентацию камеры для каждого снимка можно определить по изображению близлежащих объектов.



Поскольку изображение получаемое широкоугольными камерами не равномерно по угловому масштабу, то более точный результат был получен по сравнению смещений и поворотов отдельных фрагментов изображений.

С этой целью был использован метод двумерного преобразования Фурье с определением фазового сдвига гармоник. Этот метод позволяет исключить различие яркостей на сравниваемых изображениях. Была написана программа позволяющая определять поворот камеры по сравнению двух снимков.

		
Эталонное изображение		Тестируемое изображение
Двухмерное преобразование Фурье		Двухмерное преобразование Фурье
Разность фаз (сдвиг по осям) с подбором взаимного угла поворота путем минимизации фазовой ошибки		
<b>Два варианта представления результата:</b>		
		

В дальнейшем этот метод планируется использовать для обработки данных в космическом эксперименте по наблюдению поверхности Земли с Международной космической станции - проект ФОН. В этом проекте, кроме фоточувствительных линеек, сканирующих земную поверхность, предусмотрено использование двух матричных фотоприемников. Получаемые этими приемниками изображения позволят определить текущие угловые скорости поворота камеры и откорректировать данные регистрируемые линейными фотоприемниками.

Работа выполнена при финансировании НИР 0028-2014-0005.