

Тестирование камеры для измерения контрастности границы атмосфера-море в инфракрасном (тепловом) диапазоне длин волн

Маслов И.А.¹, Гришин В.А.¹, Николенко И.В.²

¹Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

²Институт астрономии РАН, Москва, Россия

imaslov@iki.rssi.ru

Девятнадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса"

ИКИ РАН 15-19.11.2021

Секция: Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды.

Ключевые слова: инфракрасный морской ночной горизонт

Навигационные системы различных типов и структур находят широкое применение при создании мобильных аппаратов различных классов. В настоящее время самое широкое применение находят спутниковые навигационные системы (Global Navigation Satellite System, GNSS, ГНСС). Однако, такие системы крайне уязвимы для воздействия маскирующих и имитирующих помех, что является наиболее серьезным, причем принципиально неустранимым, недостатком подобных систем. Этот недостаток обусловлен очень малой мощностью полезного радионавигационного сигнала в точке приема.

Сейчас в качестве альтернативы спутниковым навигационным системам рассматриваются современные версии давно известных наземных радионавигационных систем с излучением навигационного сигнала высокой мощности, что является крайне затратным и дорогим вариантом, требующем кроме всего прочего также и значительных затрат времени для своей реализации. При этом подобные системы обеспечивают только локальное покрытие.

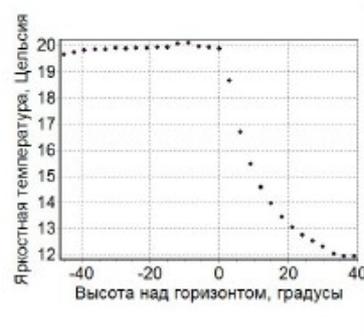
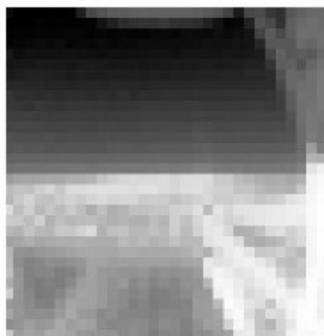
Другой альтернативой является создание автономных навигационных систем с использованием технического зрения (СТЗ). СТЗ могут быть достаточно компактными, иметь малый вес и потребляемую мощность. Они обладают высокой степенью автономности и им крайне проблематично создать помехи. Особенно перспективны подобные навигационные системы для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые в последние годы демонстрируют высокую эффективность даже при использовании примитивного дистанционного управления. По этой причине сейчас во всем мире колоссальные средства вкладываются в решения задачи создания систем управления БПЛА на основе автономного искусственного интеллекта. Камеры, работающие в различных спектральных диапазонах, являются неотъемлемым компонентом информационного обеспечения подобных систем управления.

Дело в том, что помимо решения чисто навигационных задач, СТЗ, установленные на борту БПЛА, способны решать широкий комплекс задач, связанных с поиском, распознаванием целей, самонаведением, уклонением от препятствий и так далее... Для целей навигации используются, в частности, звездные датчики, способные измерять ориентацию аппарата с очень высокой точностью. При достаточной высоте полета БПЛА, такие датчики могут считаться всесуточными и всепогодными. При этом точность навигации практически полностью определяется точностью оценки вектора местной вертикали, которая может определяться, в том числе, по изображению линии горизонта.

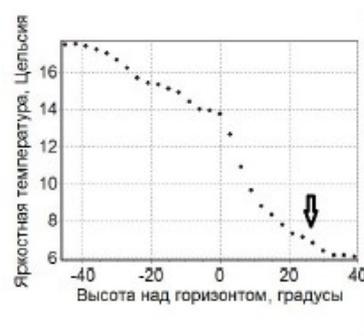
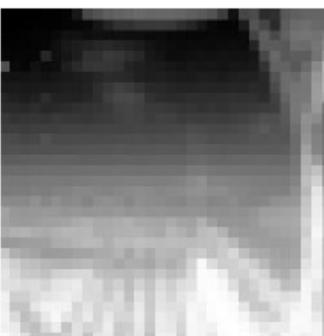
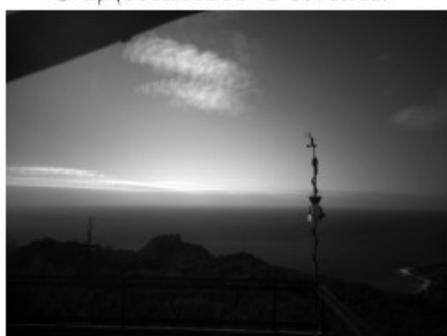
Ранее нами были проведены расчеты профиля яркости в районе линии горизонта для видимого и инфракрасного диапазонов спектра [1]. Изготовлена камера позволяющая получать изображение (распределение яркостной температуры) в инфракрасном диапазоне спектра 8–12 мкм [2] с целью анализа стабильности оценки положения линии горизонта, отчего, собственно, и зависит точность определения местной вертикали, а, следовательно – и точность навигации.

Данная работа содержит результаты тестирования этой камеры при наблюдении морского горизонта на наблюдательной площадке Симеизской обсерватории ИНАСАН (п.г.т. Голубой Залив, Республика Крым).

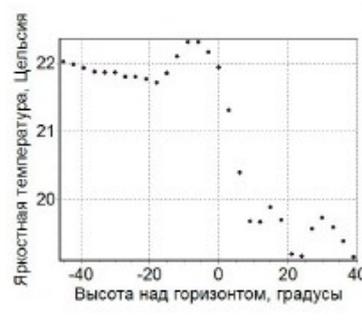
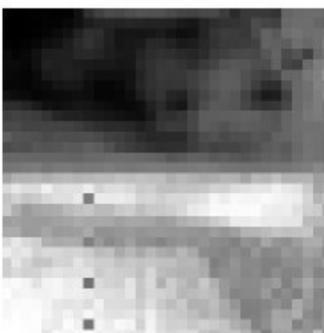
Безоблачная погода



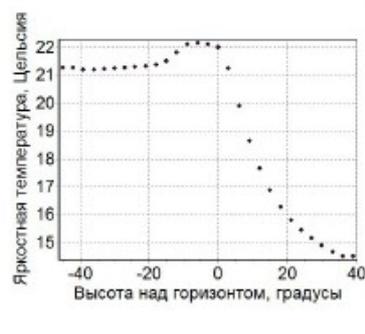
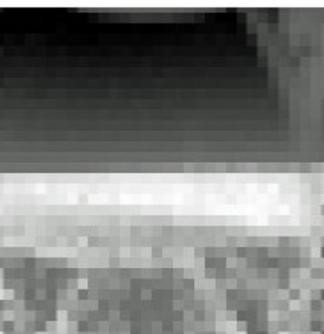
Отдельные облака



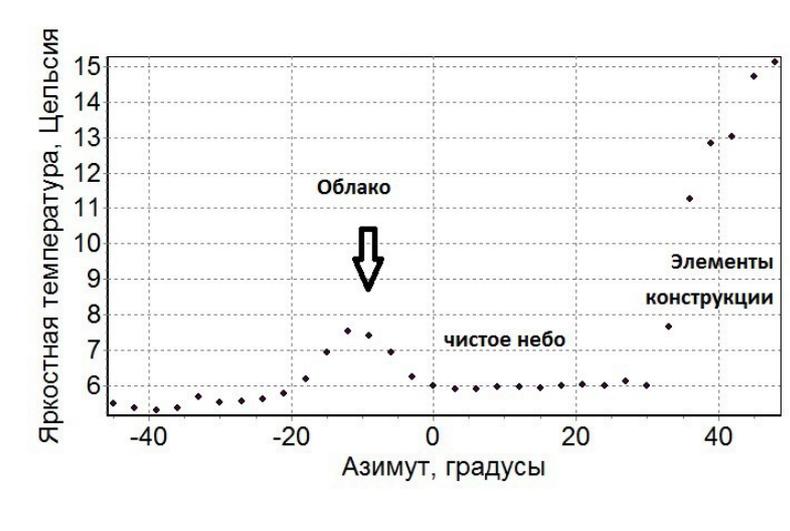
Сплошная облачность



Ночное время



Примеры изображений инфракрасной камеры в разную погоду и вертикальные профили распределения яркостной температуры в направлении на юг. Стрелкой указано положение облака, хорошо выделяемое несколько восточнее на горизонтальном распределении яркости на высоте 24°.



Горизонтальный профиль облачного неба на высоте 24°.

Морской горизонт в безоблачную погоду выделяется переходом от постоянной яркостной температуры моря к большому вертикальному градиенту атмосферы. Возможно, направление вертикали может быть определено, так же, по направлению температурного градиента безоблачного участка неба, но это требует дополнительного исследования.

Литература:

1. Маслов И.А., Гришин В.А. Выбор оптимального спектрального диапазона для наблюдения горизонта Земли // Техническое зрение. 2013. № 1. С. 2-4.

[http://magazine.technicalvision.ru/public ftp/issue_1\(1\)/%D0%A2%D0%B5%D1%85.%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_1.pdf](http://magazine.technicalvision.ru/public ftp/issue_1(1)/%D0%A2%D0%B5%D1%85.%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_1.pdf)

2. Маслов И.А., Гришин В.А. Камера для измерения контрастности границы атмосфера-море в видимом и инфракрасном диапазонах с целью оценки возможности обнаружения линии горизонта в ночное время // Материалы 18-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва: ИКИ РАН, 2020. С. 122. DOI 10.21046/18DZZconf-2020a. http://conf.rse.geosmis.ru/files/pdf/18/8296_Horizon2020.pdf