

Электроакустический стрессовый импульсный метод	Сила модулированного электрического поля на заряды в образце	Распространение с продольной скоростью звука	Пьезоэлектрический преобразователь на электроде образца
Метод фотопроводимости	Поглощение узкого светового пучка в образце	Внешнее движение светового луча	Ток между электродами образца
Методы полевых исследований	-	Емкостная связь с полем	Текущий

Список использованных источников

1. Акишин, А.И. Электризация космических аппаратов [Текст] / А.И. Акишин, Новиков Л.С. – М.: Знание, 1985. – 64 с, ил. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Космонавтика, астрономия»; №3).

2. Воронов К.Е., Телегин А.М., Леонович Г.И., Артюшин А.А. Перспективные направления построения бортовых систем контроля электризации поверхности КА // Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». — 2023. — С. 13-18.

3. Сёмкин Н.Д., Брагин В.В., Пияков А.В., Телегин А.М., Рязанов Д.М., Матвеев М.Г. Электризация поверхности низкоорбитального малого космического аппарата "АИСТ"/Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2015. Т. 14. № 1. С. 46-57.

4. Maciej A. Noras. Charge Detection Methods for Dielectrics – Overview//Engineering, Materials Science, Physics. 2003. art.№3005

Телегин Алексей Михайлович, к.ф.-м.н., доцент каф. РЭС, talex85@mail.ru.

Артюшин Андрей Алексеевич, аспирант каф. РЭС. E-mail: artushin.aa@ssau.ru.

УДК 004.722

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ КООРДИНАТ ОПОРНЫХ ОБЪЕКТОВ

В.А. Зеленский, Д. Н. Овакимян, В. С. Кириллов, Д.В. Домбровский
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, навигация, видеокамеры, опорные объекты.

В работе рассмотрен способ определения координат беспилотного летательного аппарата (БПЛА) на основе известных координат опорных объектов, углов наведения видеокамер на указанные объекты, а также высоты БПЛА над поверхностью Земли. Применяются два комплекта видеокамер с лазерными дальномерами, установленных на борту БПЛА в

кардановых подвесах (рисунок 1). В качестве опорных выбираются такие объекты, которые выделяются на фоне местности и могут быть легко идентифицированы. Например, это могут быть отдельно расположенные строения, опоры линий электропередач, радиорелейные мачты и т.д. [1-3].

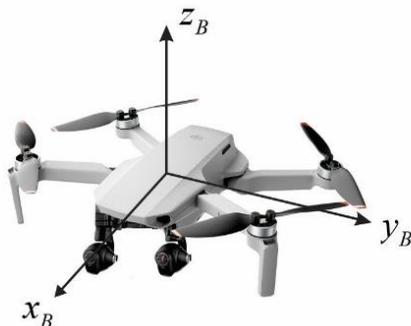


Рисунок 1- БПЛА с двумя камерами в кардановых подвесах

Входными данными являются: координаты x_1, y_1, h_1 и x_2, y_2, h_2 опорных объектов ОО 1 и ОО 2, которые находятся в базе данных бортового компьютера; углы наведения камер на опорные объекты ψ_i, θ_i ; измеренные расстояния L_1 и L_2 от БПЛА до опорных объектов, т.е. сигналы с лазерных дальномеров, а также высота h_{UAV} БПЛА над поверхностью Земли, определяемая соответствующими датчиками высоты [1, 2].

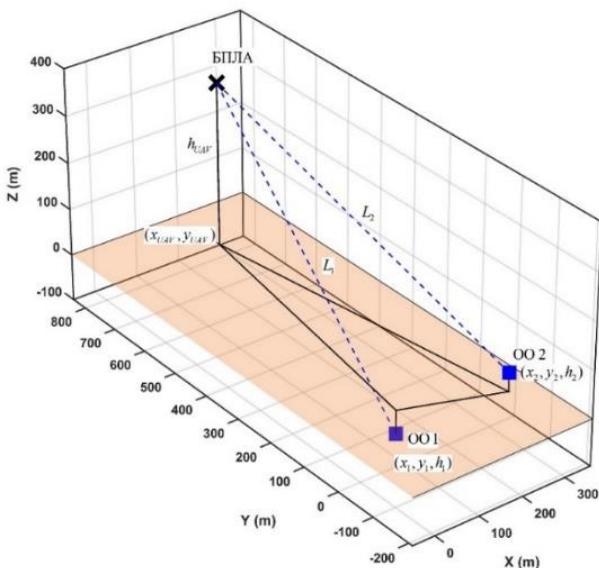


Рисунок 2 - Определение метоположения БПЛА по координатам опорных объектов

Вначале представленная на рисунке 2 пространственная картина проецируется на поверхность Земли, т.е. осуществляется переход от 3D-изображения к 2D-изображению. Далее на втором этапе производится расчет координат БПЛА исходя из взаимного положения БПЛА и опорных объектов, учитывая, что координаты последних задаются в прямоугольной системе координат, предполагающей сферическую (шаровидную) форму Земли.

Начало O_G геодезической СК переносится в точку x_1, y_1 , т.е. в точку расположения первого опорного объекта. Затем осуществляется поворот вокруг нового начала координат O_G^1 на угол α , при котором ось X_G^1 оказывается направленной вдоль отрезка, соединяющего координаты x_1, y_1 и x_2, y_2 первого и второго ОО. Математически поворот на плоскости вокруг начала координат O_G^1 на угол α описывается ортогональной матрицей:

$$R_\alpha = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где

$$R_\alpha^{-1} = R_\alpha^T = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Вершина полученного в результате указанных преобразований треугольника находится в точке расположения БПЛА в новой СК, длина Δ противоположной стороны равна расстоянию между опорными объектами на поверхности Земли:

$$\Delta = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (3)$$

а длины сторон L_1^E и L_2^E равны длинам проекций лучей L_1 и L_2 на поверхность Земли. Иными словами, длины всех сторон треугольника известны. Зная величину y_{UAV}^1 можно определить и координату x_{UAV}^1 . Определив координаты БПЛА в новой СК $O_G^1 X_G^1 Y_G^1$, определяются указанные координаты в исходной СК $O_G X_G Y_G$ обратным поворотом и обратным перемещением начала координат, где обратный поворот описывается матрицей R_α^{-1} . Полученные выражения (1-3) позволяют разработать алгоритм определения местоположения БПЛА с помощью известных координат опорных объектов.

Список использованных источников

1. Dae Hee Won, Sebum Chun, Sangkyung Sung, Young Jae Lee, Jeongho Cho, Jungmin Joo, Jungkeun Park. INS/vSLAM System Using Distributed Particle Filter, *International Journal of Control, Automation, and Systems*, 2010, vol. 8 (6), pp. 1232—1240.
2. L. Carlone, J. Du, M. Kaouk, B. Bona, and M. Indri. Active SLAM and Exploration with Particle Filters Using Kullback-Leibler Divergence. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 75(2):291–311, 2014.
3. Chatterjee A., Ray O., Chatterjee A., Rakshit A. Development of a real-life EKF based SLAM system for mobile robots employing vision sensing // *Expert Systems with Applications*. 2011. Vol. 38. No. 7. P. 8266–8274.

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., доцент, профессор каф. РЭС,
zelenskiy.va@ssau.ru

Овакимян Давид Николович, директор Центра беспилотных систем
Самарского университета, dd55@bk.ru

Кириллов Владимир Сергеевич, магистрант гр. 6231-110403D,
vskirilov2015@yandex.ru

Домбровский Данила Валерьевич, студент гр. 6404-090301D,
dombrovskiy.dv@ssau.ru

УДК 520.6.07

РАЗРАБОТКА НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ПЛЁНОК НА ПОВЕРХНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

А.С. Кирюшкина, М.П. Калаев
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: космический аппарат, загрязнение, Quartz Crystal Microbalance.

Загрязнение поверхности космического аппарата (КА) является одной из важнейших проблем, ограничивающих время его полета. Например, ухудшение характеристик космического телескопа из-за конденсации на поверхности зеркала выделяющихся газов сокращает разрешающую способность.

Чаще всего уделяют внимание молекулярному загрязнению, хотя выбросы химических веществ, например от двигателей, тоже являются источниками загрязнений.

Зависимость частоты круглого кварцевого резонатора вместе с нанесенным на пластину веществом (рассматривается случай равномерного распределения вещества по кварцевому резонатору) количественно выражается через уравнение Зауэрбрея:

$$\Delta f = \frac{-2 \times f_0^2}{B \times \sqrt{\rho_q \times \mu_q}} \times \Delta h \times p_m \times \pi \times r^2, \quad (1)$$

где $f\Delta$ – изменение частоты, МГц; f_0 – резонансная частота, МГц; Δh – изменение толщины исследуемого материала, см; B – активная колебательная зона, см²; μ_q – модуль сдвига кварца, г/(см×с²); ρ_q – плотность кварца, г/см³; p_m – плотность материала, г/см³; r – радиус кварцевой пластины, см.

В качестве примера аппаратуры для исследования загрязнения поверхности КА можно привести кварцево-кристаллические микровесы (QCM, Quartz Crystal Microbalance) [1]. QCM состоит из кристалла АТ-