

АЛГОРИТМ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Рябычина О.П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Рыбак В.А. – к.т.н., доцент

В целях совершенствования системы мониторинга атмосферного воздуха в городе предложен алгоритм полета беспилотного летательного аппарата (БЛА), который проводит непрерывный мониторинг атмосферного воздуха по спектру выбрасываемых загрязняющих веществ.

Одной из наиболее острых экологических проблем современности является качество атмосферного воздуха в городской среде. Контроль за состоянием атмосферного воздуха в г. Минске предлагается осуществлять с помощью информационной системы, основу которой составляют стационарные посты непрерывного контроля загрязнения атмосферы, а также БЛА для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, экологическая информация от которых поступает в режиме реального времени в Интернет.

Алгоритм движения БЛА для выявления источников загрязнения с учетом показаний стационарных датчиков можно описать как: Шаг 1. Считывание показаний стационарных датчиков (получение карты загрязнений). Шаг 2. Определение территории, где показания с датчиков имеют отклонение от нормы (например: превышение ПДК или датчик вышел из строя, сигнал не поступает). Шаг 3. Разбиение этой территории на координатную сетку, узлы которой становятся вершинами графа, а расстояние между вершинами – есть ребра графа. Шаг 4. Построение оптимальной траектории облета территории на основании минимального расстояния, минимального времени полета, времени необходимого для замера, времени автономного полета БЛА и количества необходимых замеров на траектории. Шаг 5. Программирование БЛА. Шаг 6. Полет БЛА. Шаг 7. Получение данных в real-time Шаг 8. Окончание полета.

В случае использования БЛА задача поиска оптимального алгоритма полета сводится к минимизации длины траектории (задача коммивояжера), либо времени полета. Перед началом оператору необходимо задать точки зависания БЛА для измерения показаний. Современные технологии оптического распознавания позволяют определять по спутниковым картам здания и сооружения, и автоматически преодолевать препятствия.

Изложим математические основы поиска оптимального алгоритма движения БЛА. Исходными данными служит набор точек $P_0, P_1, P_2, \dots, P_n$, заданных оператором и привязанных к спутниковой карте местности. Задача построения оптимальной траектории заключается в выборе последовательности перелета между точками, таким образом, чтобы суммарное время полета было минимальным. Время полета может зависеть от длины траектории, так как на скорость полета может оказывать существенное влияние ветер. Поэтому целесообразно минимизировать именно суммарное время зависания для измерения показаний, а не длину траектории. Кроме того, в случае оптического распознавания координат зданий в алгоритм оптимизации может включаться и выбор координат точек зависания $(x_{P_i}, y_{P_i}, z_{P_i})$. Для расчета суммарного времени полета $t_{\text{сумма}}$ предлагается использовать следующую формулу:

$$t_{\text{сумма}} = n \cdot t_{\text{ип}} + \sum_{i=0}^{n+1} \left(t_p + \frac{\sqrt{(x_{P_{i-1}} - x_{P_i})^2 + (y_{P_{i-1}} - y_{P_i})^2} - l_p - l_t}{v_{\text{бла}} + v_{\text{вз}} \cos \text{УС} + v_{\text{в}} \cos \text{УВ}} + t_T \right) \quad (1),$$

где n – количество точек остановки, $t_{\text{ип}}$ – время измерения показаний; t_p – время разгона при движении по прямолинейному участку; (x_{P_i}, y_{P_i}) – координаты i -й точки остановки БЛА; l_p и l_t – длина участков разгона и торможения; $v_{\text{бла}}$ – скорость БЛА; $v_{\text{вз}}$ – воздушная скорость; УС – угол сноса; $v_{\text{в}}$ – скорость ветра; УВ – угол направления ветра; t_T – время торможения при движении по прямолинейному участку.

