

## **О ПРИМЕНЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ САМОЛЕТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ ТОРФЯНИКОВ**

**О.В. Кулаков, заместитель начальника кафедры, к.т.н., доцент,  
Е.М. Райз, преподаватель**

**Национальный университет гражданской защиты Украины**

В Украине разведано 1562 торфяных месторождений с общими запасами 1853 млн. т, их общая площадь составляет 639,5 тыс. га [1]. Наибольшие ресурсы торфа сосредоточены в северных регионах страны (на Полесье) – в Волынской, Ровенской, Сумской, Черниговской и Житомирской областях.

Пожары торфяников возникают ежегодно. Например, летом засушливого 2010 года горели торфяники в Киевской области на площади более 15 га [2]. Для наблюдения за противопожарным состоянием торфяников возможно использование летательных аппаратов, в том числе беспилотных (БПЛА) [3]. Преимуществом БПЛА над пилотируемыми самолетами является возможность старта с необорудованных площадок небольших размеров. Это позволяет реализовать региональное расположение таких самолетов без дополнительной подготовки мест базирования.

БПЛА является системой для решения, прежде всего, военных задач, но может применяться во всех сферах, где необходимы наблюдение и сбор информации. БПЛА выпускаются украинскими (например, [4]) и иностранными производителями.

Для определения границ пожара торфяника целесообразно использование бортовой тепловизионной техники, например системы Star Safire II [5]. Основные технические характеристики системы Star Safire II: размеры – 445x383 мм; вес – 44,5 кг; угол визирования по азимуту – 360°; угол визирования по тангажу – +30°-120°; максимальная скорость воздушного потока – 750 км/час; поле зрения (гор. x верт.) – широкое 25,2°x18,8°, среднее 3,4°x2,6°, узкое 0,8°x0,6°; разрешение – 640x480.

Рассмотрим возможность применения БПЛА, оборудованного системой Star Safire II, для мониторинга пожара торфяника.

Пожар торфяника может достигать больших размеров (десятки гектар). Поэтому необходимо выбрать траекторию полета БПЛА с установленной тепловизионной системой для быстрого определения границ пожара торфяника.

При наличии внешних признаков горения (например, дыма) запуск БПЛА целесообразен непосредственно в направлении пожара. После нахождения тепловизионной системой изменения температуры земной поверхности, предлагается траектория полета БПЛА по Архимедовой спирали (рис. 1,а). Архимедова спираль – кривая, которую описывает

точка при ее равномерном движении со скоростью  $v$  по лучу, который равномерно вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$  в плоскости вокруг полюса [6]. Уравнение Архимедовой спирали в полярных координатах имеет вид  $\rho = k \cdot \varphi$ , где  $k$  – сдвиг точки при ее движении по лучу при повороте на угол, равный одному радиану. Повороту прямой на угол  $2 \cdot \pi$  соответствует сдвиг  $a = 2 \cdot k \cdot \pi$ , где  $a$  – шаг спирали. Тогда уравнение Архимедовой спирали  $\rho = \frac{a}{2\pi} \cdot \varphi$ . Площадь фигуры, ограниченная первым витком спирали,  $S = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot a^2$ .

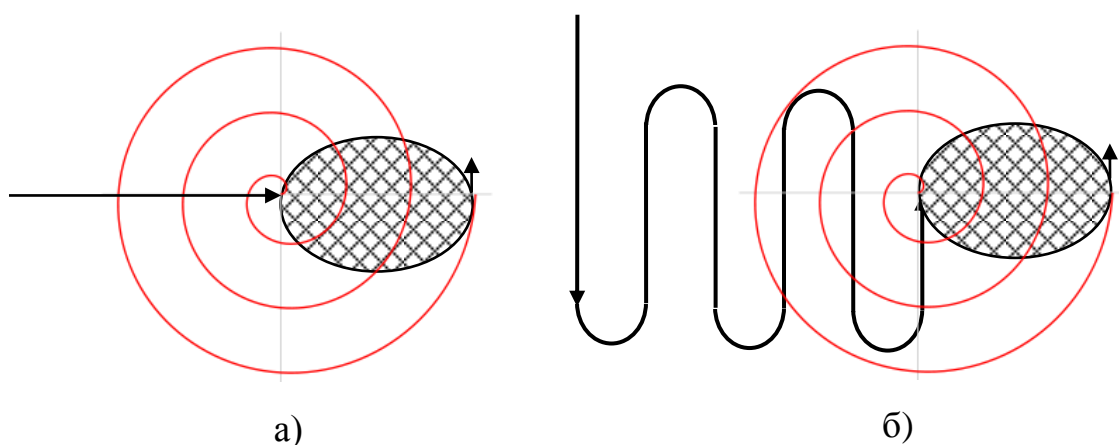


Рис. 1 – Траектория полета БПЛА (штрихом обозначено площадь пожара торфяника)

Ширина полосы наблюдения (шаг Архимедовой спирали) определяется из геометрических соображений по формуле  $a = 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$  (рис. 2).

Например, для БПЛА «Стрепет-С»: крейсерская скорость –  $v_1 = 170$  км/час, оптимальная высота полета –  $h = 2000$  м [4]. При широком горизонтальном поле зрения ( $\gamma = 25,2^\circ$ ) системы Star Safire II на оптимальной высоте полета ширина полосы наблюдения  $a = 892$  м; траектория полета БПЛА определяется формулой  $\rho = \frac{892}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi$ ; площадь фигуры, ограниченной первым витком спирали  $S \approx 83,3$  га. Полет по такой траектории позволяет грубо определить границу большого пожара торфяника.

При среднем горизонтальном поле зрения ( $\gamma = 3,4^\circ$ ) системы Star Safire II на оптимальной высоте полета ширина полосы наблюдения  $a = 119$  м; траектория полета БПЛА определяется формулой  $\rho = \frac{119}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi$ ;

площадь фигуры, ограниченной первым витком спирали  $S \approx 1,4 \text{ м}^2$ . Полет по такой траектории позволяет определить границу пожара торфяника с достаточной точностью.

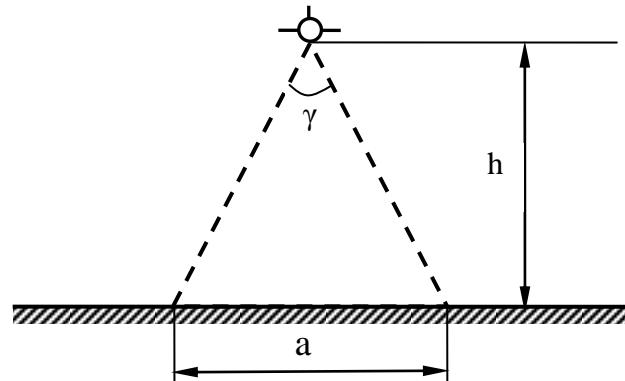


Рис. 2 – Полоса наблюдения БПЛА:  $h$  – высота полета БПЛА,  $a$  – ширина зоны наблюдения (равна шагу Архимедовой спирали),  $\gamma$  – горизонтальное поле зрения тепловизионной системы

При узком горизонтальном поле зрения ( $\gamma = 0,8^\circ$ ) системы Star Safire II на оптимальной высоте полета ширина полосы наблюдения  $a = 28 \text{ м}$ ; траектория полета БПЛА определяется формулой  $\rho = \frac{28}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi$ ; площадь фигуры, ограниченной первым витком спирали  $S \approx 0,08 \text{ м}^2$ . Полет по такой траектории целесообразен для уточнения границ пожара торфяника.

### Список использованной литературы

1. Торф и сапропель Украины [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.photoukraine.com/russian/articles?id=137/>.
2. Возле Киева горит торф и трава. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://now-inform.com/news/24/>.
3. Чорний С.В. Обґрунтування радіусу дії безпілотного літака пошуково-рятувальної служби / С.В. Чорний, О.В. Кулаков, В.М. Акулов, Ю.М. Райз // Проблеми надзвичайних ситуацій: Сб. науч. тр. УЦЗ України. – Харьков: Фолио, 2008. – Вып. 8. – С. 7-12.
4. БПЛА "Стрепет" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kavr.com.ua/ru/service?id=18>.
5. Тепловизионная система Star Safire II [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pergam.org/equipment/view/aviagio/441/>.
6. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – Москва: Наука, 1964. – 608 с.