



# Связь для БПЛА в городской среде

УДК 621.396.2

**О.А. ГУСЕЙНОВ**, аспирант очного обучения Национального Аэрокосмического Агентства, **М.В. ГУСЕЙНОВА**, преподаватель кафедры компьютерных технологий Азербайджанского технического университета кандидат технических наук

## Связь для БПЛА в городской среде *Communication for UAV in Urban Media*

Статья посвящена оптимизации модели беспроводной связи с использованием беспилотных летательных аппаратов в городской среде. Проанализирован вопрос о выборе оптимальной высоты БПЛА с учетом условий в поле охвата на городской территории.

Определены специальные показатели городских территорий  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , которые для разных типов городских ландшафтов имеют различные значения. Отмечено, что вероятность наличия прямой видимой связи между передатчиком и БПЛА, а также между БПЛА и приемником прямо зависит от угла высоты.

Синтезирован оптимальный порядок использования БПЛА в качестве узла приема-передачи между различными респондентами.

*The article is devoted to optimizing the wireless communication model using unmanned aerial vehicles in an urban environment. The question of choosing the optimal height of the UAV is analyzed, taking into account the conditions in the field of coverage in the urban area.*

*Special indicators of urban areas  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  have been determined, which have different values for different types of urban landscapes. It is noted that the probability of a direct visible connection between the transmitter and the UAV, as well as between the UAV and the receiver, directly depends on the altitude angle.*

*The optimal procedure for using UAVs as a receiving and transmitting node between different respondents has been synthesized.*

**Ключевые слова:** беспроводная связь, оптимизация, высота полета, прямая видимая связь, городская среда.

**Keywords:** wireless communication, optimization, flight altitude, direct visible communication, urban environment.

## Введение

При возникновении чрезвычайных ситуаций, приводящих к разрушению стационарных узлов связи, могут быть использованы воздушные коммуникационные структуры на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), проходящих низко [1]. Применительно к городской среде с учетом наличия высотных сооружений возникает проблема оптимального выбора высоты нахождения БПЛА с целью достижения максимального охвата территории при достаточно надежной связи.

Вопросы организации связи типа воздух — земля подробно освещены в работах [2] — [4]. В них указывается, что такие системы коммуникации осуществляются двумя основными способами распространения радиоволн: передатчик и приемник находятся на линии прямой видимости и между передатчиком и приемником нет прямой линии видимости, а связь осуществляется за счет сильно отраженных волн (рис. 1).

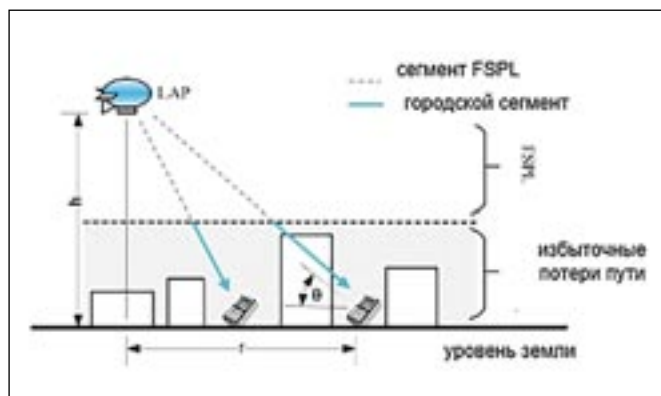
Согласно работе [5], вероятность существования линии прямой видимости в городской среде зависит от трех параметров:

$\alpha$  — определяет отношение площади городских застроек к общей площади городской территории (безразмерная величина);

$\beta$  — показывает среднее количество зданий, попадающих на единицу площади [(здания)/км<sup>2</sup>];

$\gamma$  — масштабный коэффициент, входящий в функцию плотности распределения вероятности Рэлея, применяемый к высотам зданий в городской территории:

$$f(H) = \frac{H}{\gamma^2} \exp\left(-\frac{H^2}{2\gamma^2}\right), \quad (1)$$



**Рис. 1.** Схематическое представление использования БПЛА для организации связи в городской среде [6]

Статью целиком читайте  
в бумажной версии журнала