

УДК 621.391:629.733

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОСИГНАЛА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

ПОВЕТКО П. В., МАРЧУК Т. М., КАРПУШКИН Э. М.

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

E-mail: povetko98@bk.ru

Аннотация. Основным требованием при организации связи с БПЛА, является обеспечение возможности передачи данных с заданной скоростью и вероятностью ошибки при больших расстояниях между летательным аппаратом и наземным пунктом управления, а также скрытности связи с БПЛА. При формировании радиосигнала можно использовать различные виды помехоустойчивой модуляции. В работе рассмотрены способы повышения надежности и скрытности управления беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). Повышение качества радиолинии управления БПЛА зависит главным образом от правильного выбора вида модуляции радиосигнала. В докладе рассмотрены сравнительные характеристики видов модуляции и особенности их применения для решения различных задач с помощью БПЛА.

Abstract. The main requirement in organizing communication with the UAV is to ensure the possibility of data transmission at a given speed and error probability at large distances between the aircraft and the ground control point, as well as the secrecy of communication with the UAV. When forming a radio signal, you can use various types of noise-immune modulation. The paper considers ways to improve the reliability and secrecy of control of an unmanned aerial vehicle (UAV). Improving the quality of the UAV control radio link depends mainly on the correct choice of the type of radio signal modulation. The report examines the comparative characteristics of the types of modulation and the features of their application for solving various problems using UAVs.

Введение

В наше время многие развивающиеся страны совершенствуют и разрабатывают новые образцы БПЛА. На театре военных действий не редкостью стали случаи, когда при решении боевой или учебной задачи командование отдавало предпочтение цифровой машине, нежели летчику. Причиной этому стали непрерывность и бесперебойность работы, в условиях высоких перегрузок, и там, где человеческий организм попросту не в состоянии выдержать перегрузки.

Как правило, основная задача, возлагаемая на комплексы БЛА, – проведение разведки труднодоступных районов, в которых получение информации обычными средствами, включая авиаразведку, затруднено или же подвергает опасности здоровье и даже жизнь людей. Помимо военного использования применение комплексов БЛА открывает возможность оперативного и недорогого способа обследования труднодоступных участков местности, периодического наблюдения заданных районов, цифрового фотографирования для использования в геодезических работах и в случаях чрезвычайных ситуаций. Полученная бортовыми средствами мониторинга информация должна в режиме реального времени передаваться на пункт управления для обработки и принятия адекватных решений.

Теоретический обзор

Канал радиосвязи между БПЛА и наземным пунктом управления относится к авиационному каналу, который описывается многолучевой моделью с явлениями переотражения, рассеивания и дифракции [1]. Основным требованием при организации связи с БПЛА, является обеспечение возможности передачи данных с заданной скоростью и вероятностью ошибки при больших расстояниях между летательным аппаратом и наземным пунктом управления. При формировании радиосигнала можно использовать различные виды помехоустойчивой модуляции.

Ее выбор во многом зависит от особенностей задач, выполняемых БПЛА. Для сравнения энергетической эффективности радиосигналов на рисунке 1 показаны сравнительные характеристики нескольких видов модуляции [2].

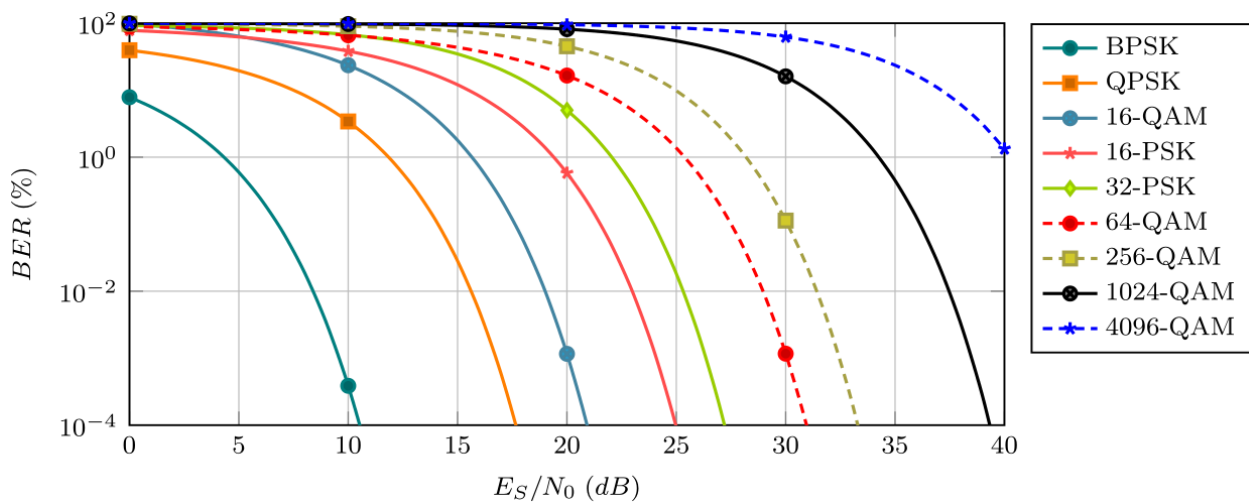


Рис. 1. Энергетические характеристики радиосигналов

С увеличением позиционности модуляции вероятность битовой ошибки увеличивается, то есть для поддержания заданного уровня битовой ошибки необходимо увеличить отношение сигнал/шум на входе приемника. Поэтому целесообразным является использование многопозиционной модуляции, например, 32-QAM, 64-QAM только при малых расстояниях между летательным аппаратом и наземным пунктом управления для передачи большего объема информации без изменения ширины полосы частот. Для обеспечения максимальной дальности связи лучше использовать энергетически более выгодные виды модуляции, такие как двоичная фазовая манипуляция (BPSK) и квадратурная фазовая манипуляция (QPSK) [2].

BPSK является наиболее помехоустойчивой из всех видов фазовых манипуляций, однако скорость передачи информации при BPSK наименьшая, поскольку каждый символ несет только 1 бит информации. Канал связи с беспилотным летательным аппаратом является частотно-селективным из-за многолучевости распространения сигналов. Для борьбы с многолучевостью сигналов была разработана технология мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) [3]. Идея OFDM заключается в том, что полоса пропускания канала разделяется на группу узких полос (субканалов) каждая со своей поднесущей. На всех поднесущих сигнал передается одновременно, что позволяет обеспечить практически сколь угодно большую общую скорость передачи информации при небольшой скорости в каждом отдельном канале при необходимости. Однако в настоящее время требования к помехоустойчивости аппаратуры связи БПЛА выросли, в связи с чем целесообразно использовать технологию множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) [4].

Принцип CDMA заключается в расширении спектра исходного информационного сигнала. При этом обеспечивается высокая степень защиты от активных и пассивных помех, что позволяет работать при низких значениях отношения сигнал-шум со значительно меньшей мощностью передаваемого сигнала.

Наиболее широкое распространение получили CDMA-системы с расширением спектра, которое заключается в распределении информационных сигналов по широкой полосе частот. В DS-CDMA-системе каждому каналу выделяется своя уникальная псевдослучайная кодовая последовательность, отличающая его от других и одновременно используемая для повышения помехоустойчивости и обеспечения безопасности [4]. В передатчике узкополосный информационный сигнал умножается на эту псевдослучайную N-символьную последовательность. В эфире такой сигнал занимает полосу частот, значительно превышающую по ширине полосу частот исходного узкополосного сигнала. При этом использование шумоподобных сигналов с высокой тактовой частотой приводит к тому, что исходный узкополосный сигнал «размазывается» в широкой полосе и становится меньше уровня шума.

В приемнике исходный сигнал восстанавливается с помощью такой же псевдослучайной последовательности (обратная операция). Любые другие сигналы, отличные от исходного, поступающие на данный приемник, воспринимаются как шум.

Технология DS-CDMA обладает такими характеристиками, как помехозащищенность и помехоустойчивость, неподверженность интерференционным воздействиям и перехвату, низкие

уровни радиоизлучений и надежность связи, возможность работы в режиме многолучевого распространения, практические трудности с обнаружением, что удовлетворяет требованиям скрытности и защиты от несанкционированного доступа к передаваемой информации.

Заключение

Если необходимо передавать большое количество информации целесообразно применять технологию OFDM, которая позволяет обеспечить практически сколь угодно большую общую скорость передачи информации при небольшой скорости в каждом отдельном канале. CDMA система с расширением спектра используется для повышения помехозащищенности и скрытности связи, а так же для борьбы с направленными узкополосными помехами.

Список использованных источников

1. Крухмалёв В. В. Цифровые системы передачи: учеб. / В. В. Крухмалёв, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов. – М.: Горячая Линия -Телеком, 2007. – 352 с.
2. Методы модуляции сигнала в цифровых системах связи. [Электронный ресурс] / М. гос. ун-т им. Ломоносова, фак. Радиофизики.
3. Richard V. N., Prasad. OFDM wireless multimedia communication. Artech House Boston London 2000.260p.
4. Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи: Учебное пособие/ Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков – Эко-Трендз: Москва, 2005, — 392 с.