

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Сидоров Д., Митьковец Л. В., Гуринович А. Б.

Кафедра систем управления

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: sam65th@mail.ru, lidiatommo@gmail.com, gurinovich@bsuir.by

Предлагается эффективная система передачи данных (ПД), ориентированная на использование в беспилотных летательных аппаратах (БПЛА).

ВВЕДЕНИЕ

Многие задачи, решаемые посредством БПЛА и сопутствующими авиационными комплексами, требуют наличие высокоскоростных и надежных линий передачи информации между БПЛА и наземным комплексом управления (НКУ). Задачи оперативного наблюдения с помощью таких технологий предполагают снятие на борту и предоставление на НКУ растровых изображений различного разрешения, получаемых со встроенной фото- или видеосистемы.

Часто используемая технология ПД заключается в непрерывной трансляции изображения по мере его получения в цифровом формате, структура которого не меняется в течение всего полета.

I. ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ

Непрерывная трансляция изображений имеет следующие особенности:

- гарантия достоверной доставки информации отсутствует в силу возможных искажений сигнала;
- существует ограничение в мощности излучаемого сигнала из-за нерационального использования энергоресурсов аппарата.

Существующая технология доставки изображения зачастую не эффективно использует ресурсы радиоканала. В этой связи становится актуальным решение следующих задач:

- реализация функции гарантированной доставки;
- реализация снижения разрешения видеопотока;
- создание системы ПД, способной эффективно использовать энергетический и спектральный ресурс канала связи.

II. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ АЛГОРИТМ

Для осуществления передачи изображения оптимальным и наиболее часто используемым остается вид связи, при котором данные передаются напрямую между БПЛА и НКУ. В этом случае удастся реализовать возможность передачи информации с большой скоростью, недоступной спутниковым системам связи, и при этом не

зависеть от стационарных гражданских систем связи.

Эта информация сканируется и поступает на приемник информации, который впоследствии обрабатывает эти данные.

Данные, получаемые от приемника информации, претерпевают некоторое преобразование, которое включает в себя сжатие по методу кодирования длин серий (RLE) [1], криптографическое закрытие информации по методу шифрования перестановкой и кодирование информации с помощью итеративного кода с проверкой на четность по строкам и столбцам, который является помехоустойчивым [2]. Для повышения качества работы системы используется межблоковое перемежение.

Полученные после такого преобразования данные подвергаются модуляции по принципу ФМП-8. В НКУ будет производиться проверка принятой комбинации, и в случае ошибки на передатчик будет послан сигнал на повторную передачу сообщения, иначе – сигнал о правильном приеме и запрос на передачу следующего сообщения.

III. СТРУКТУРА ПЕРЕДАВАЕМЫХ СИГНАЛОВ

Для корректного приема сообщения необходима синхронизация отправителя (БПЛА) и получателя (НКУ), которая в нашем случае реализуется независимо друг от друга (асинхронно). При такой передаче каждый байт может быть несколько смещен во времени относительно побитовых тактов предыдущего байта. Такая асинхронность не влияет на корректность ПД, т.к. в начале каждого байта происходит дополнительная синхронизация за счет стартового бита.

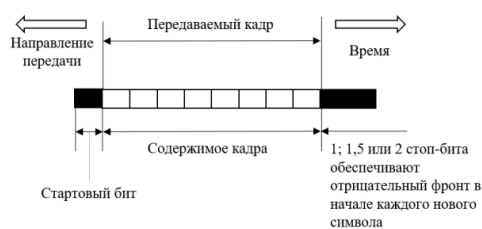


Рис. 1 – Структура сигнала при асинхронной передаче

Сигнал обратной связи будет содержать информацию, успешной была передача кадра или нет.

ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Обобщенная структура системы ПД в цифровой форме от передающей стороны (БПЛА) к принимающей (НКУ) представлена на рисунке 2.



Рис. 2 – Обобщенная структура системы ПД

Устройство первичного кодирования в общем случае выполняет функции преобразования сообщений, выдаваемых источником, в первичный код; устройство защиты от ошибок (УЗО) выполняет наиболее ответственные функции – обеспечение требуемых вероятностно-временных характеристик процесса передачи данных. В этом блоке реализуется тот или иной алгоритм передачи информации, осуществляется избыточное кодирование и декодирование цифровой информации. С целью согласования УЗО передатчика и приемника с непрерывным каналом связи используются устройства преобразования сигналов, включаемые на передаче и приеме. В данном случае – это модулятор и демодулятор.

IV. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ РАСЧЕТЫ ЛИНИИ СВЯЗИ

В зависимости от заданного требуемого диапазона действия эксплуатации аппарата по формуле Фрииса возможно рассчитать приближенную мощность передатчика БПЛА [3]:

$$P_t = \frac{16\pi^2 D_{max}^2 P_{rmin}}{\lambda^2 G_t G_r} \quad (1)$$

При задании коэффициента усиления передающей и принимающей антенн в 20 дБ, максимально возможной дальности радиосвязи в 200 км, получим мощность приблизительно 1 кВт. При единичном сопротивлении амплитуда носителя равна корню квадратному удвоенной мощности и составляет 44,72 В.

Согласно сигнальному созвездию восьмипозиционной фазовой манипуляции (ФМП-8) [4] (рис. 3), для данного способа модуляции фазовый скачок будет равен 45°.



Рис. 3 – Сигнальное созвездие ФМП-8

При расчете спектра сигнала, прошедшего ФМП-8, принимались следующие данные: частота носителя 2,4 ГГц, частота модулирующего сигнала 800 Гц, амплитуда носителя 44,72 В, скважность модулирующего импульса 2.

Мощность гармоник в практическом спектре 2,4 ГГц составила 91,12% от полной мощности (рис. 4).

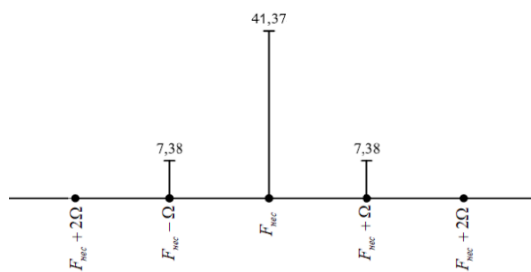


Рис. 4 – Спектр ФМП-8 сигнала

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, была предложена система передачи данных, ориентированная на применение в беспилотных летательных аппаратах на дальностях действия до 200 км. Она состоит из устройств первичного кодирования (первичного декодирования), компрессии (декомпрессии), защиты от ошибок и модулятора (демодулятора) с передающей (принимающей) стороны. Помехозащищенность обеспечивается итеративным кодом с проверкой на четность по строкам и столбцам. Итеративный код обнаруживает любые комбинации ошибок нечетного веса и исправляет одиночные ошибки, что хорошо сочетается с использованием блочного перемежения, когда пакеты ошибок оказываются распределенными между несколькими блоками информации.

1. Робинсон, А.Н., Черри, К. Results of a prototype television bandwidth compression scheme - М: Журнал «Proceedings of the IRE», том 55, с.356-364, 1967г.
2. Сорока, Н.И. Кривинченко, Г.А. Телемеханика. Коды и кодирование - учебное пособие. Ч. 2, с.61-63, 2020г.
3. Фриис Х.Т. A Note on a Simple Transmission Formula, - М: Журнал «Proceedings of the IRE», том 3, с.254, 1946 г.
4. Сорока, Н.И. Кривинченко, Г.А. Телемеханика. Модуляция и кодирование информации - учебное пособие. Ч. 1, с.72, 2020 г.