

УДК 618

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТСКОГО НАНОСПУТНИКА

Юдыцкая К.С., Лешкевич С.В., Саечников В.А.

Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе описываются перспективы построения и применения оптических каналов связи в аэрокосмических системах, исследуется возможность реализации оптических видов связи между спутниками и бортовыми системами внутри одного спутника. Проведенный эксперимент моделирует процесс кодирования, передачи и приема информации между бортовыми системами университетского наноспутника.

Ключевые слова: беспроводное соединение, оптический канал связи, внутрибортовые коммуникации.

MODELING OF AN OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM FOR A UNIVERSITY NANOSATELLITE

Yudytskaya K., Liashkevich S., Saetchnikov V.

Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The paper presents the prospects for the construction and application of optical communication channels in aerospace systems, explores the possibility of implementing optical types of communication between satellites and in on-board satellite systems. The experiment simulates the process of encoding, transmitting and receiving information between the onboard systems of university nanosatellite.

Key words: wireless connection, optical communication channel, on-board communication system.

Адрес для переписки: Юдыцкая К.С., ул. Курчатова, 5, Минск 220108, Республика Беларусь
e-mail: kseniya.yudytskaya@gmail.com

Введение. Тенденцией развития летательных аппаратов всегда являлось стремление к оптимизации габаритно-энергетических характеристик. Наибольшее влияние данных параметров наблюдается при проектировании спутников, чем мотивированы многочисленные исследования, направленные на оптимизацию этих характеристик.

Организация оптического канала связи. Корректное совместное функционирование всех бортовых систем внутри малых космических аппаратов определяется качеством и надежностью системы коммуникаций между ними. В современных спутниках, как правило, существует необходимость организации связей между большим количеством отдельных управляющих систем и контроллеров, связанных с каждым отдельным модулем бортовой системы, что влечет за собой увеличение числа информационных каналов. Перспективным решением данной проблемы может стать организация альтернативных видов соединений, таких, как связь в оптическом диапазоне, способных устранить трудности проводных видов коммуникаций. Так, например, принцип «Fly-by-light» широко реализуется в военной и гражданской авиации, в качестве одного из технических наиболее выгодных решений. В такой трактовке данный принцип предусматривает использование волоконно-оптических линий связи, однако при организации связи на небольшие расстояния волоконная линия может быть заменена на полностью оптический беспроводной ка-

нал. Необходимо отметить, что применение находит возможность реализации оптических видов связи между спутниками одной группировки или между бортовыми системами внутри одного спутника.

Как правило, оптический канал связи для различных применений имеет структуру, представленную на рисунке 1.

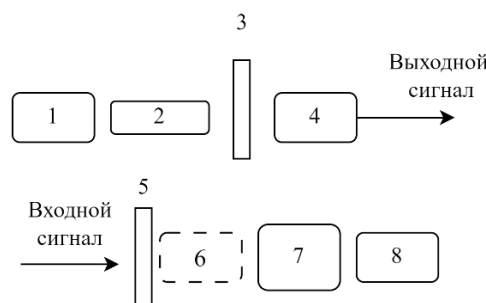


Рисунок 1 – Обобщенная структура оптической линии связи: 1 – модулятор; 2 – источник излучения; 3 – оптический фильтр; 4 – оптическая антенная система; 5 – оптический фильтр; 6 – усилитель; 7 – приемник излучения; 8 – демодулятор

При организации оптического канала связи прибегают как правило к модуляции по амплитуде или интенсивности путем прямой модуляции тока диода и использованию схемы прямого детектирования, а также используют преобразователи модуляции для обеспечения независимости от частоты и фазы несущей. Применение в оптическом диапазоне находит также поляризационная модуляция.

Частота несущей зависит от сферы использования реализуемого канала. Разработаны аппаратно-программные средства как для организации высокоскоростной модуляции в космической лазерной связи, так и более простые в реализации форматы с меньшей частотой. Длина волны излучения лазерных диодов, применяемых в оптических линиях связи, как правило, принадлежит диапазону 700–950 нм [1].

Система внутрибортовых коммуникаций. Использование беспроводных каналов для связи систем спутника между собой может иметь решающую роль при необходимости обеспечения минимального веса систем летательного аппарата. Среди беспроводных видов соединений оптический канал связи может быть организован при использовании наиболее простых интерфейсов и способов модуляции. Кроме того, обеспечение связи при помощи беспроводных видов соединений позволяет избежать вредоносного влияния наводимых электромагнитных полей. Модули для обеспечения оптической связи характеризуются, как правило, меньшим энергопотреблением, что также имеет важную роль при проектировании малых космических аппаратов.

На рисунке 2 представлена модель студенческого наноспутника BSUSAT-2 формата 3U, имеющего слотовую компоновку, и расположение различных систем внутри него. Следует отметить небольшое расстояние между модулями, позволяющее передать сигнал даже с помощью диода небольшой мощности. Таким образом, возможна организация оптического канала для связи между системами внутри одного наноспутника. Данная система предлагается к использованию для передачи по командной линии информации, представленной простыми сигналами небольшой длительности. Это позволяет максимально упростить используемый интерфейс и обеспечить наименьший вес приемопередающей аппаратуры.

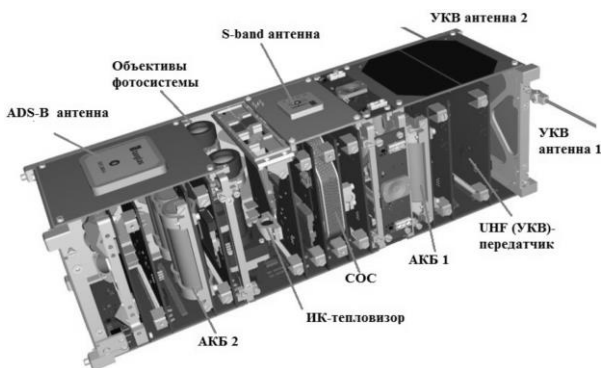


Рисунок 2 – Схема расположения модулей наноспутника

Моделирование процесса передачи. Для экспериментального моделирования процесса передачи информации использовался светодиод с углом расходимости излучения $\theta = 20^\circ$ и кремниевый фотоприемник с площадкой $S = 1 \text{ мм}^2$, установленные на макетной плате на расстоянии $l = 1 \text{ см}$, а программная часть схемы предложена к реализации на базе графической среды разработки программ LabView. Часть схемы, выполняющей обработку принятого сигнала, представлена на рисунке 3.

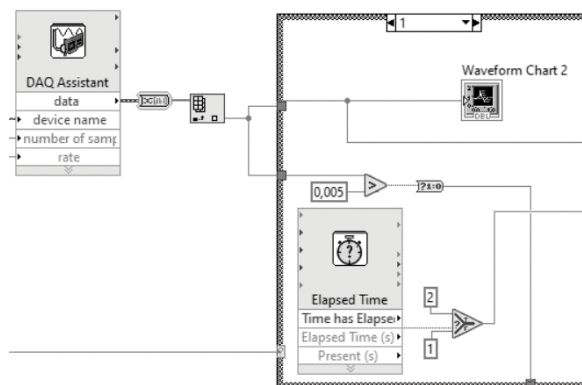


Рисунок 3 – Схема, осуществляющая управление приемом сигнала в LabView

На этапе моделирования выполнялась передача и детектирование сигнала, представляющего собой двоичную последовательность длительностью 8 бит – формат, с помощью которого представимы многие сигналы, которые могут быть использованы для передачи информации между системами спутника. Из передаваемой последовательности выделяется информационная составляющая, после чего происходит ее запись и дальнейшее декодирование.

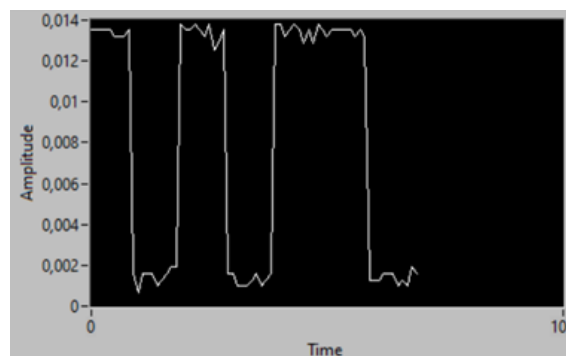


Рисунок 4 – Осциллограмма принятого сигнала

Литература

1. Аксененко, М.Д. Приемники оптического излучения: справочник / М.Д. Аксененко, М.Л. Бараночников. – М. : Радио и связь, 1987. – 296 с.