

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУТНИКОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ

© 2016 А. И. Даница, В. Н. Кострова

Воронежский институт высоких технологий
Воронежский государственный технический университет

Работа связана с моделированием спутникового канала связи. В качестве источника входных данных использовался генератор случайных двоичных данных с распределением Бернулли или файл произвольных структуры. Моделирование осуществлялось в среде Simulink. Приведены графические зависимости, демонстрирующие, как происходит затухание сигнала.

Ключевые слова: связь, спутниковый канал, моделирование, передача информации.

Высокоскоростной доступ в Интернет и быстрая передача данных давно стали неотъемлемой частью жизни людей, будь это рабочая необходимость или средство для развлечений. В городах эти вопросы успешно решаются при помощи выделенных каналов, а в загородных домах устанавливают спутниковые тарелки.

Однако как только возникает необходимость в высокоскоростном обмене информацией за пределами действия существующих операторов связи, например, во время туристической поездки или в удаленном офисе, сразу возникают проблемы.

Единственный способ их успешного решения – использование мобильных спутниковых систем связи, ориентированных на подвижных пользователей, а также тех абонентов, которым недоступны иные средства связи, такие как модемный доступ, выделенный Интернет, GPRS, спутниковые тарелки и прочие.

Мобильные спутниковые технологии дают возможность использовать быстрые двухсторонние спутниковые каналы связи (передачи данных) для доступа в Интернет – принимать и отправлять электронную почту, файлы, обращаться к базам данных, корпоративным сетям, просматривать Интернет страницы, проводить видеоконференции. Вне зависимости от территориального расположения филиалов компании спутниковые сети позволяют их легко объединить между собой и с головным офисом, а частные пользователи могут без проблем передавать большие массивы данных, например, фотографии.

Важнейшими особенностями мобильных спутниковых каналов связи являются высокая

конфиденциальность и полная независимость не только от наземных сетей, но и от любых других способов телекоммуникаций.

Исходя из технических возможностей спутниковых операторов и потребностей абонентов, можно выделить четыре основные группы спутниковых систем связи, предназначенные для скоростной передачи данных.

Цели и задачи моделирования комплексов и систем связи спутникового диапазона могут быть следующими:

- Воспроизведение идентичных, повторяющихся условий для сравнительных испытаний различных типов аппаратуры или осуществления сравнения по различным принципам ее формирования с целью получения наилучших решений.

- Изучение влияния разных факторов среды распространения, которые характеризуют канал, на показатели качества аппаратуры связи с тем, чтобы выбрать оптимальные решения.

- Получение набора статистики большого объема, требующего длительного времени для того, чтобы провести испытания.

- Изучение характеристик в условиях, которые тяжело реализовать на практике.

ИМПД выполнен в виде математической модели, предназначенной для запуска в среде *Simulink* из состава пакета программ *MatLab release 2009a*.

Модель состоит из следующих составных частей:

- формирователь данных (Data source);
- имитатор передающей части (Transmitter);
- имитатор спутникового канала (Channel);
- имитатор приёмной части (Receiver);
- регистратор ошибок.

Внешний вид модели в целом представлен на рисунке 1. Составные части модели описаны в последующих пунктах.

Даница Андрей Иванович – Воронежский институт высоких технологий, студент, e-mail: danicaandr09@yandex.ru

Кострова Вера Николаевна – Воронежский государственный технический университет, д. т. н., профессор, e-mail: danicaandr09@yandex.ru

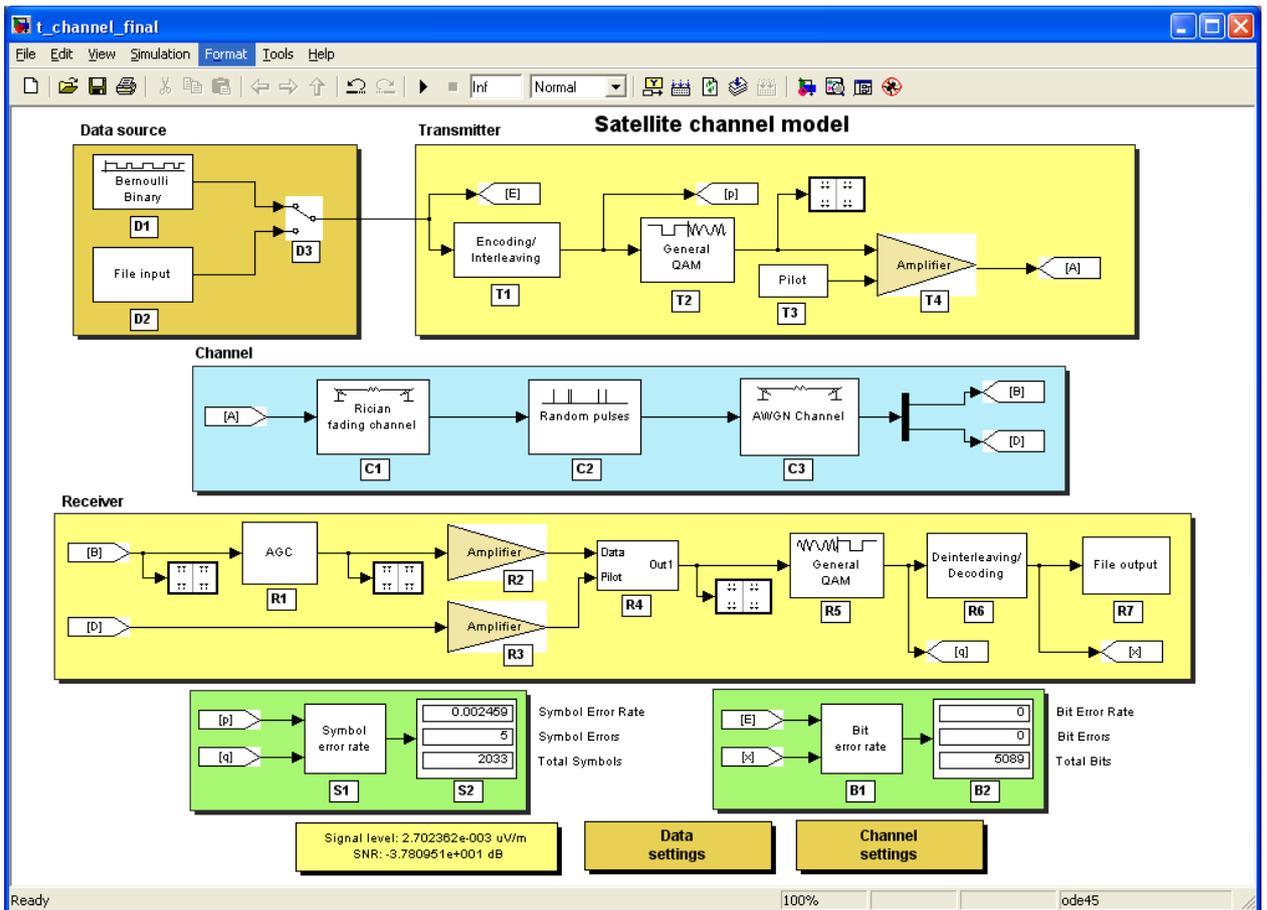


Рис. 1

В качестве источника входных данных может использоваться генератор случайных двоичных данных с распределением Бернулли (блок D1 – *Bernoulli binary* на рис. 2) или файл произвольной структуры и размера (блок D2 – *File Input* на рис. 2). Переключение между источниками входных данных производится переключателем D3 (рис. 2).

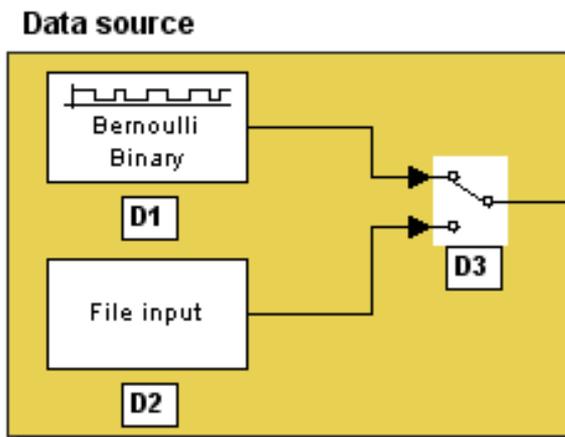


Рис. 2

Скорость передачи данных (в битах/с) задается в меню ввода скорости передачи данных, вызываемом с помощью блока *Data settings* (рис. 1).

Имитатор передающей части состоит из следующих составных частей (рис. 3):

- блока кодирования-перемежения (T1);
- блока модуляции (T2);
- блока формирования синхросигнала (T3);
- блока усиления сигнала (T4).

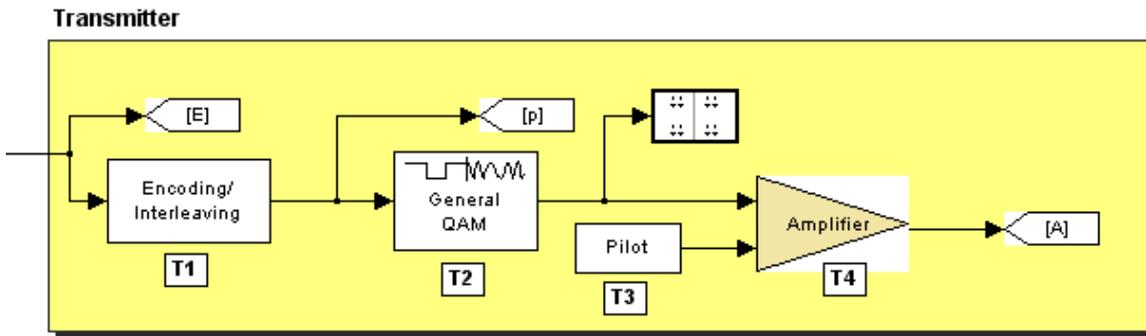


Рис. 3

Блок кодирования-перемежения T1 производит сверточное кодирование с длиной кодового ограничения, равной 7, и кодовой скоростью 1/2. За этим следует сверточное перемежение с количеством сдвиговых регистров, равным 4, и шагом, равным 7. Битовый поток с выхода перемежителя преобразуется в последовательность беззнаковых целых чисел разрядностью 4 бита, воспринимаемую в качестве входной блоком модуляции.

Блок модуляции T2 осуществляет фазовую манипуляцию, реализованную как частный случай квадратурной амплитудной модуляции с сигнальным созвездием из 16 точек с одинаковой амплитудой, равномерно распределенных по фазе (рис. 4). На вход модулятора поступают беззнаковые целые 4-битные числа. Модулятор преобразует входные данные в комплексный сигнал.

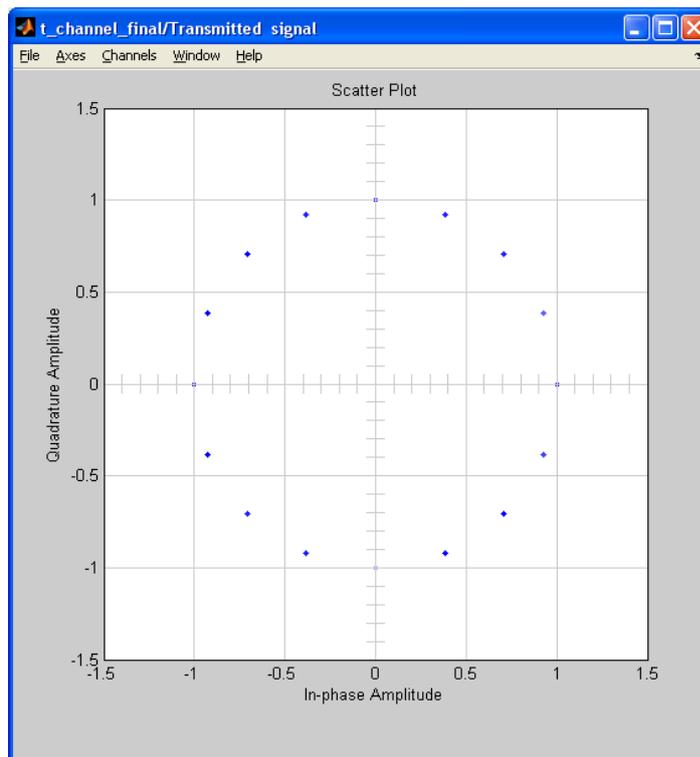


Рис. 4

Блок формирования синхросигнала T3 вырабатывает синхросигнал, необходимый для компенсации переменного фазового сдвига, возникающего в результате воздействия канала на сигнал.

Блок усиления сигнала T4 усиливает модулированный сигнал до необходимого уровня.

Имитатор спутникового канала состоит из следующих составных частей (рис. 5):

- блока канала с райсовскими замираниями (C1);
- блока импульсных помех (C2);
- блока аддитивного гауссовского шума (C3).

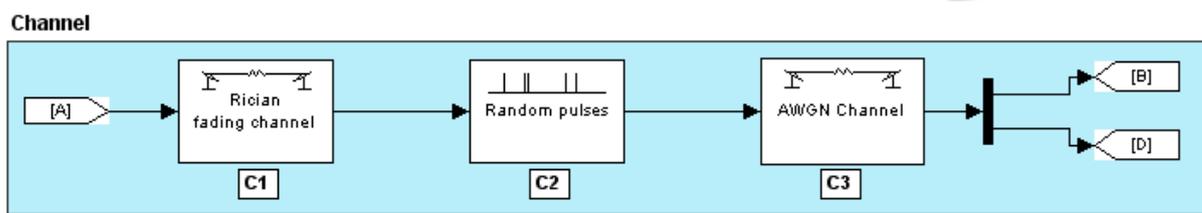


Рис. 5

Блок C1 реализует модель канала с райсовскими замираниями, характеризующуюся следующими параметрами:

- доплеровское смещение составляющей прямой видимости;
- максимальное доплеровское смещение для диффузных составляющих;
- величины задержек распространения для каждого луча;
- величины ослабления для каждого луча.

Проведем исследование влияния различных помех, реализуемых в модели, на вероятность ошибки при приёме информации.

Пример исследования влияния шума. Последовательно будем изменять соотношение сигнал, и снимать показания на выходе модели, т. е. вероятность ошибки. Все данные приведены в таблице 1. По полученным значениям построим график зависимости вероятности ошибки от соотношения сигнал/шум (рис. 6).

Таблица 1

dB	-50	-30	-20	-10	-5	0	5	10	20	30	50
Рош	1	0,8111	0,7776	0,6853	0,6181	0,5504	0,4936	0,4504	0,415	0,392	0,304

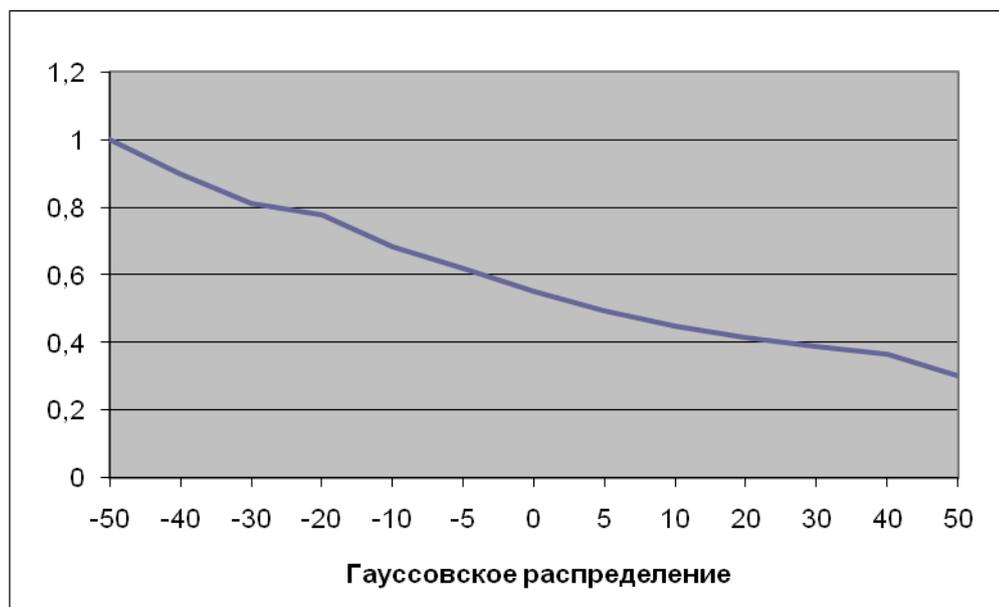


Рис. 6. График зависимости вероятности ошибки от соотношения сигнал/шум

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о том, что если аппроксимировать график, то можно говорить о линейности модели, т. к. график получается линейным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зюко А. Г. Теория электрической связи: учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров

/ под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 432 с.

2. Глотова Т. В. Решение задачи рассеяния электромагнитных волн внутри помещения на основе интегро-параболического подхода / Т. В. Глотова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 4.

3. Глотова Т. В. Применение методов оптимизации для проектирования поглотителей электромагнитных волн / Т. В. Глотова //

Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 8.

4. Липинский А. В. Оптимизация технологии передачи голоса в сетях LTE – VOLTE при хорошем качестве и низком уровне энергопотребления мобильными устройствами / А. В. Липинский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 9.

5. Щербатых С. С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа В САПР антенн / С. С. Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 10.

6. Максимова А. А. Характеристики двумерно-периодических гребенок с диэлектрическим волноводом / А. А. Максимова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 12.

7. Казаков Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети Wi-Fi / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 13.

8. Львович И. Я. Расчет характеристик металлodieлектрических антенн / И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 11. – С. 26-29.

9. Преображенский А. П. Оценка возможностей комбинированной методики для расчета ЭПР двумерных идеально проводящих полостей / А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2003. – № 11. – С. 37-40.

10. Преображенский А. П. Алгоритм расчета радиолокационных характеристик полостей с использованием приближенной модели / А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2005. – Т. 21. – № 4. – С. 17-19.

11. Преображенский А. П. Прогнозирование радиолокационных характеристик идеально проводящей полости в диапазоне длин волн / А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2005. – № 12. – С. 29-31.

12. Львович И. Я. Построение алгоритма оценки средних характеристик рассеяния полых структур / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2014. – № 6. – С. 2-5.

13. Тихонов В. И. Оптимальный приём сигналов / В. И. Тихонов. – М.: Радио и связь, 1983. – 320 с.

14. Борисов В. А. Радиотехнические системы передачи информации: Учеб. пособие для вузов / В. А. Борисов, В. В. Калмыков, Я. М. Ковальчук / под ред. В. В. Калмыкова. – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.

THE SIMULATION OF SATELLITE COMMUNICATION CHANNEL

© 2016 A. I. Danica, V. N. Kostrova

*Voronezh institute of high technologies
Voronezh state technical university*

The paper involves simulation of satellite communication channel. As a source of input data was used the generator of random binary data with Bernoulli distribution or an arbitrary file structure. The simulation was implemented in Simulink. The graphic dependence, showing how the attenuation of the signal is given.

Keywords: communication, a satellite channel modeling, the transmission of information.