

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЮЩЕЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ В ПАКЕТЕ MATLAB

Жерносеков Р.А.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Першин В.Т.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: pershin\_v@mail.ru

**Аннотация** — Сообщается о разработке программы моделирования принципов формирования сигналов, использующих мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplex), на примере их применения в передающей части системы наземного цифрового телевидения (DVB-T, Digital Video Broadcasting – Terrestrial) формата 2k.

## 1. Введение

Каждая несущая частота модулируется низкочастотным потоком данных, являющимся частью общего цифрового потока. Скорость передачи данных в каждом элементарном потоке равна общей системной скорости, деленной на число несущих. Частотное распределение несущих в полосе радиоканала производится по определенному правилу их ортогональности, допускающему перекрытие скатов смежных спектров, но при условии, что на центральной частоте каждая из несущих спектральных составляющих всех остальных модулированных несущих переходит через нуль.

## 2. Основная часть

Первая решаемая задача — это то, что спектр OFDM центрирован на  $f_c$ ; т. е. первая поднесущая составляет 7,61/2 МГц слева от несущей, и 1705-я поднесущая есть 7,61/2 МГц справа. Один простой способ достигнуть центрирования состоит в том, чтобы использовать  $2N - IFFT$  поднесущих и  $T/2$  как элементарный период. Длительность символа OFDM ( $T_U$ ) дается для 2048 — IFFT ( $N = 2048$ ) отсчетов; поэтому в данной программе моделирования используется 4096 — IFFT отсчетов.

Следующая важная задача — подбор периода моделирования. Период  $T$  определяется, как единичный период узкополосного сигнала, но, так как моделируем широкополосный сигнал, то надо соотносить его с временным периодом  $1/R_s$ , который учитывает несущую частоту как минимум дважды. Для простоты возьмем отношение целого числа:  $R_s = 40/T$ . Это отношение дает несущую частоту примерно 90 МГц, которая находится в полосе очень высокой частоты (VHF) пятого канала общественного телевизионного вещания.

Структурная схема генерирования OFDM сигнала учитывает реальные переменные, используемые в MATLAB кодах.

Добавляем 2391 нуля ( $4096 - 1705 = 2391$ ) к информационному сигналу, чтобы достигнуть двукратного перекрытия и центрирования спектра. В результате моделирования программой MATLAB можно наблюдать выполнение этой операции и то, что поднесущие сигнала используют величину  $T/2$ , как свой период. Можно также заметить, что поднесущие являются дискретными узкополосными сигналами. Можно бы использовать этот сигнал в узкой полосе частот дискретной области моделирования, но нужно вспомнить, что основные недостатки OFDM имеют место в непрерывной во времени области. Поэтому,

надо обеспечить соответствующее моделирование в непрерывной области.

Первый шаг, чтобы создать непрерывный сигнал, заключается в том, что необходимо применить передающий фильтр  $g(t)$  к комплексным поднесущим формируемого сигнала. Импульсный отклик, или форма импульса рассчитывается программой моделирования.

Временной и частотной отклики для полного сигнала  $s(t)$  можно наблюдать в рабочем окне программы. Наконец, получим временной отклик, использующий прямое моделирование, и частотные отклики прямого моделирования и  $2N - IFFT$  выполнения. Прямое моделирование требует большого количества времени. Поэтому практическое применение должно использовать IFFT/FFT приближение. Прямое сравнение показывает различия во временном выравнивании и амплитуде, и исследование частотных характеристик открывает вариации амплитуд, и непосредственно относится к спектру. Нельзя ожидать идентичности сигналов, так как получаются различные результаты 1705 — IFFT по сравнению с 4096 — IFFT, используя одни и те же входные данные.

## 3. Заключение

Разработанная программа моделирования позволяет изучить внутреннюю структуру системы передачи цифрового потока, а также понять принципы формирования сигналов, использующих мультиплексирование с ортогональным частотным разделением, на примере их применения в передающей части системы наземного цифрового телевидения DVB-T формата 2k. Перенос описанных процессов на аппаратную платформу, значительно сложнее представленной реализации в форме моделирования передающей части системы цифрового телевидения. Процесс моделирования выполнен в реальном масштабе времени.

## MODELING OF THE TRANSFERS PART OF THE DIGITAL TV PACKAGE IN MATLAB

Zhernosekov R. A.

Scientific adviser: Pershin V.T.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

**Abstract** — The elaboration of the principles of formation of the simulation signals utilizes orthogonal frequency division (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplex), for example, their use in the transmission of digital terrestrial television system (DVB-T, Digital Video Broadcasting-Terrestrial) format 2k, is considered.