

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ SDR-ПЛАТФОРМ В СРЕДЕ MATLAB

Зайко А.М., Гражданкин С.П.

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

Мартиневич А.В.

В данной работе рассматривается возможность разработки систем передачи данных при помощи среды MATLAB и ориентированность реализации разработанных систем на платформах программно-конфигурируемого радио (SDR). Описана часть возможностей данного программного обеспечения в рамках рассматриваемой темы. Приведены сведения о необходимости использования подобных программных инструментов для разработчиков систем передачи данных в целях экономии временных, финансовых и материальных ресурсов. Показан пример реализации системы передачи данных при помощи пакета программ MATLAB на основе программно-аппаратной платформы ZedBoard с трансивером AD-FMCOMMS3-EBZ.

Развитие возможностей вычислительной техники позволяет улучшать характеристики и наращивать функционал систем передачи данных, с одной стороны. С другой стороны, процесс появления новых технологий становится значительно быстрее, что накладывает ограничения на время разработки и стоимость конечного изделия в условиях возрастающей конкуренции на рынке. В связи с этим необходимо внедрять и использовать инструменты (программные и аппаратные), которые будут удовлетворять данным требованиям.

Перспективным программным инструментом является пакет программ MATLAB.

MATLAB – это среда и одноимённый язык технических расчетов, предназначенный для решения широкого спектра инженерных и научных задач любой сложности. Эта среда включает большое количество расширений, специализированных пакетов и дополнений для различных областей применения [1]. Также MATLAB включает такие инструменты как Simulink и Stateflow.

Simulink – это графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы [2].

Stateflow предоставляет графический язык, который включает диаграммы переходов состояний, блок-схемы, таблицы переходов состояний и таблицы истинности. Это даёт возможность описать как алгоритмы MATLAB и модели Simulink реагируют на входные сигналы, события и условия в реальном масштабе времени [3].

Логотипы данных инструментов представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Логотипы основных инструментов пакета MATLAB

Специализированные расширения и дополнения содержат большое количество библиотек, позволяют упростить и ускорить процесс создания устройств. Для разработки беспроводных систем передачи данных основными пакетами расширений являются – Communications Toolbox, DSP System Toolbox, RF Blockset, Signal Processing Toolbox.

Следующим ключевым фактором для быстрой разработки систем передачи данных является использование платформ на основе технологии программно-конфигурируемого радио (Software-defined radio (SDR)). Технология SDR является одним из приоритетных направлений развития беспроводных средств связи и поддерживается международными и национальными программами и сообществами.

В общем случае это даёт возможность разработчикам создавать различные устройства, изменяя лишь программную конфигурацию и оставляя без изменений аппаратную составляющую. Данные аппаратные средства позволяют создавать, масштабировать и определять требования к конечному устройству. При помощи SDR-платформ можно разрабатывать как устройства целиком, так и отдельные их части. Примерами подобных технических решений являются, например, отладочные платы ZedBoard [4] или ZC706 с трансивером FMCOMMS1/2/3/4/5/6-EBZ [5], программно-аппаратные платформы семейства USRP, PXI, RIO от National Instruments и другие. Гибкость такого подхода напрямую связана с затратами и стоимостью конечного продукта.

Используя по отдельности или комбинируя эти инструменты, можно добиться значительного уменьшения времени разработки от этапа моделирования до прототипирования и отладки

разрабатываемых систем, создавать продукт достаточно простым для анализа и совместной работы нескольких специалистов, а также уменьшить количество разработчиков и сопутствующих расходов.

В качестве примера разработки системы передачи данных была создана модель в среде Simulink, показанная на рисунке 2. Модель имеет источник случайных двоичных данных, модулятор и демодулятор QPSK сигнала, фильтры, блок имитации беспроводного канала связи, цепи грубой и точной фазовой подстройки частоты, блок вычисления ошибок, блоки анализатора спектра и построения фазовых созвездий.

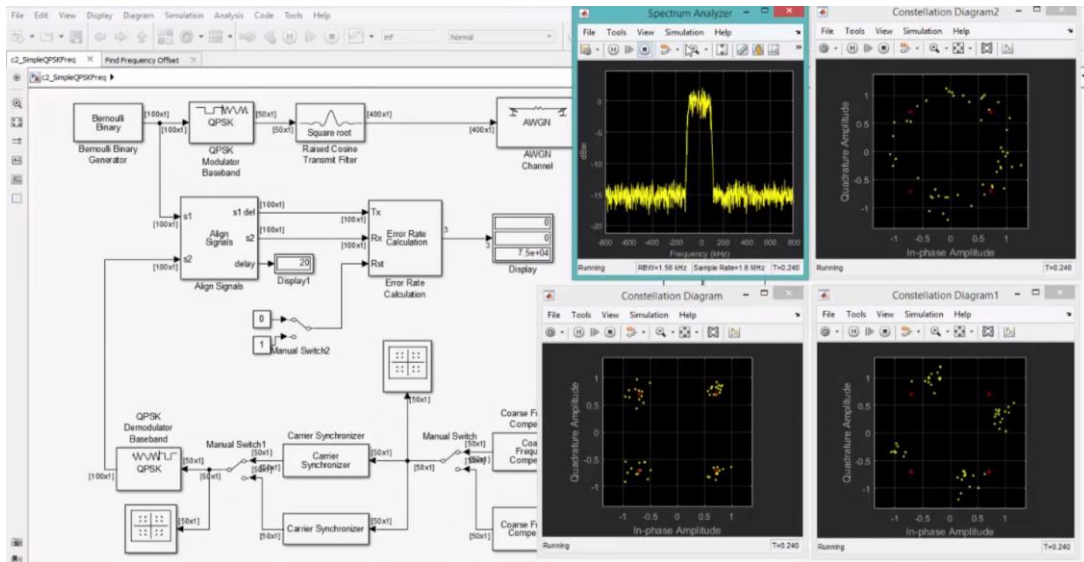


Рисунок 2 – Модель системы передачи данных и параметры сигналов в среде Simulink

На основании созданной модели была сконфигурирована и протестирована в качестве приёмника программно-аппаратная платформа ZedBoard с трансивером AD-FMCOMMS3-EBZ, представленная на рисунке 3. Результаты работы макетного образца близки к результатам работы математической модели в среде Simulink.

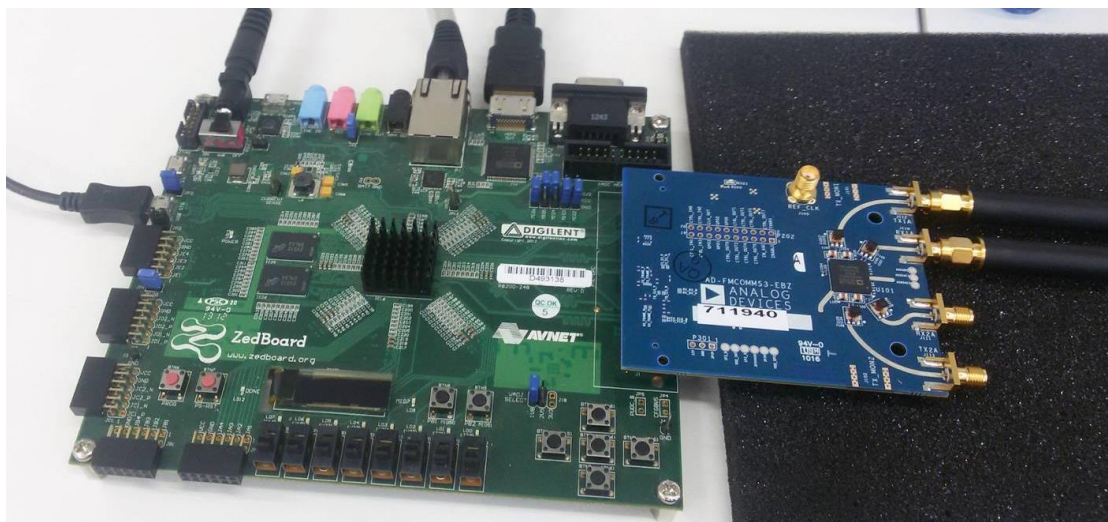


Рисунок 3 – Макет приёмного устройства на базе SDR-платформы

Таким образом, данная работа показывает преимущества и целесообразность использования данных инструментов при разработке беспроводных систем передачи данных.

**Список использованных источников:**

1. MATLAB [электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
2. Simulink [электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mathworks.com/products/simulink.html>.
3. Stateflow [электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mathworks.com/products/stateflow.html>.
4. Zedboard [электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.zedboard.org/product/zedboard>.
5. AD-FMCOMMS3-EBZ [электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/eval-ad-fmcomms3-ebz.html#eb-overview>.