

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЁМНОЙ СИСТЕМЫ С АМПЛИТУДНОЙ ДЕМОДУЛЯЦИЕЙ И ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ В СРЕДЕ LABVIEW

Я. А. Зазулин, П. Ю. Карпунин, К. В. Киреев

Национальный исследовательский Мордовский Государственный Университет
им. Н. П. Огарёва, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Статья поступила в редакцию 30 мая 2018 г.

Аннотация. Развитие систем приёма и передачи информации привело к необходимости более эффективного использования выделенного частотного диапазона. Одним из способов уплотнения информации в канале связи является метод временного разделения (*TDMA – Time Division Multiple Access*). Этот метод в настоящее время широко применяется в системах спутниковой связи и в кабельных сетях, а также для сотовых сетей (стандарты *GSM, PDC*). Один из способов реализации временного разделения каналов был промоделирован в среде программирования *LabView*.

Ключевые слова: *LabView*, временное разделение каналов, амплитудная манипуляция.

Abstract. The development of systems for receiving and transmitting information led to the need for more efficient use of the allocated frequency range. One of the methods of compaction of information in the communication channel is the Time Division Multiple Access (TDMA) method. This method is now widely used in satellite communication systems and in cable networks, as well as for cellular networks (GSM, PDC). This article describes one of the ways to implement the time division of channels in the LabView programming environment. Reception of information was carried out with the help of a software-defined radio system of NIIPS. The transmitter encoded the original sequence of binary symbols, and then made a temporary join of the channels. The receiver demodulated the input sequence and used a temporary demultiplexing, which allowed us to restore the original sequence. The demodulation and demultiplexing unit was considered in more

detail in the article. The block decoder converts the sequence of input complex numbers into a bit sequence, and the unit responsible for the temporary demultiplexing writes the resulting sequence into a single array and offers its demultiplexing according to the principles of time division into three initial sequences.

Key words: LabView, time division multiple access, amplitude keying.

Временной способ разделения каналов основан на поочередной передаче различных сигналов по одной линии. Система обеспечивает передачу N сигналов по одной линии, соединяя N передатчиков с N приёмниками. Соответствующие приёмники и передатчики подключаются к линии поочередно с помощью двух специальных коммутаторов, работающих согласованно – синхронно и синфазно.

В отличие от других способов разделения каналов, технология *TDMA* производит манипуляцию двумя параметрами сигнала, а именно частотой и временем. Каждому каналу в технологии *TDMA* назначается уже более широкая частотная полоса (до 200 КГц). В свою очередь данная полоса частот разбивается на разнесенные по времени логические каналы. Преимуществами данной системы являются более высокая помехозащищённость и наличие возможности повторно использовать одну и ту же полосу частот.

В данном методе широко применяются сигналы с амплитудной манипуляцией (*ASK*, *n-QAM*) – изменение амплитуды несущего колебания по закону модулирующего сигнала. Модулирующим сигналом является битовая последовательность. Следует отметить, что *ASK* модуляция является более помехозащищённой, по сравнению с *n-QAM* модуляцией, так как она имеет только два возможных состояния амплитуды.

Целью данной работы является моделирование приёмного устройства для декодирования известного сигнала передатчика. Сигнал на выходе передатчика формируется из трёх независимых битовых последовательностей, объединённых в одну с помощью мультиплексора по принципу временного

разделения каналов и далее преобразованную в комплексные числа сигнального созвездия несущего *ASK*-сигнала.

Для реализации приёмника с временным разделением каналов и амплитудной демодуляцией в среде *LabView* была разработана его структурная схема (рис. 1).

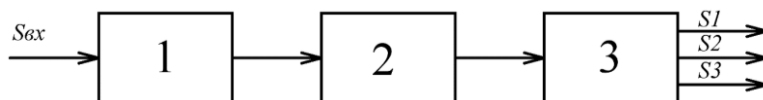


Рис. 1. Структурная схема приёмника с *TDMA* и несущим *ASK*-сигналом

На рис. 1: 1 блок – блок преобразования комплексных чисел в битовую последовательность, 2 блок – блок записи полученной последовательности в единый массив и блок 3 – блок временного разделение последовательности на 3 первоначальных канала.

Алгоритм работы приёмника в среде *LabView* представлен на рис. 2.

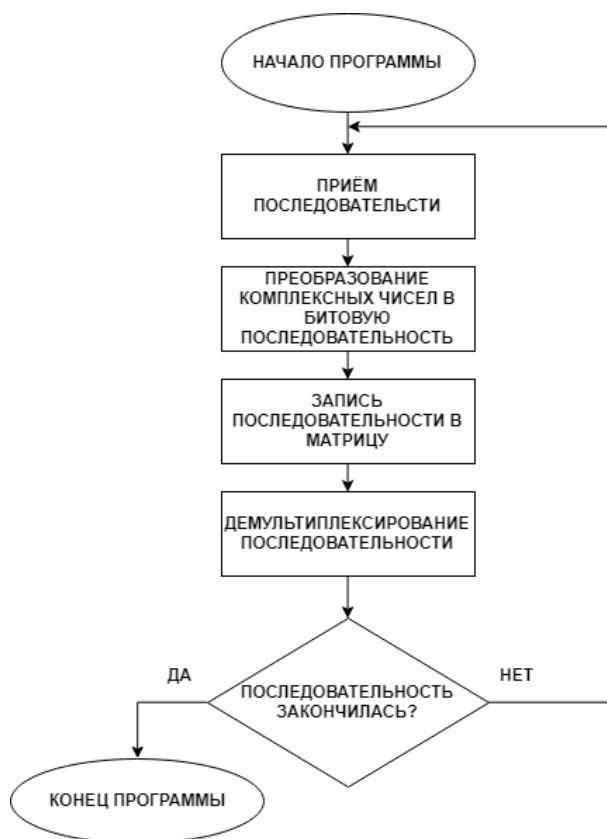


Рис. 2. Алгоритм работы программы

Поясним алгоритм работы. После запуска программы на вход моделируемого устройства поступает принятая последовательность в виде комплексных чисел. Далее с помощью блока 1 (рис. 1) она преобразуется в битовую последовательность. Полученная последовательность записывается в виде матрицы, состоящей из одной строки и $3N$ столбцов (N – длина каждой исходной последовательности). После этого происходит разделение полученной последовательности на три исходных и проверка окончания поступления данных.

Реализация представленной структурной схемы в среде *LabView* показана на рис. 3.

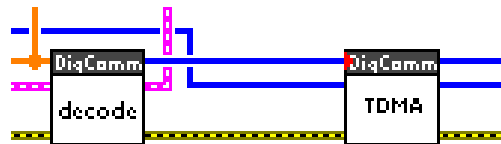


Рис. 3. Блоки демодуляции и временного разделения каналов

Блок «*decode*» преобразует последовательность комплексных чисел в битовую последовательность, а блок «*TDMA*» записывает полученную последовательность в единый массив и осуществляет её демультиплексирование по принципам временного разделения на три первоначальные последовательности.

Структура блока *decode* приведена на рис. 4.

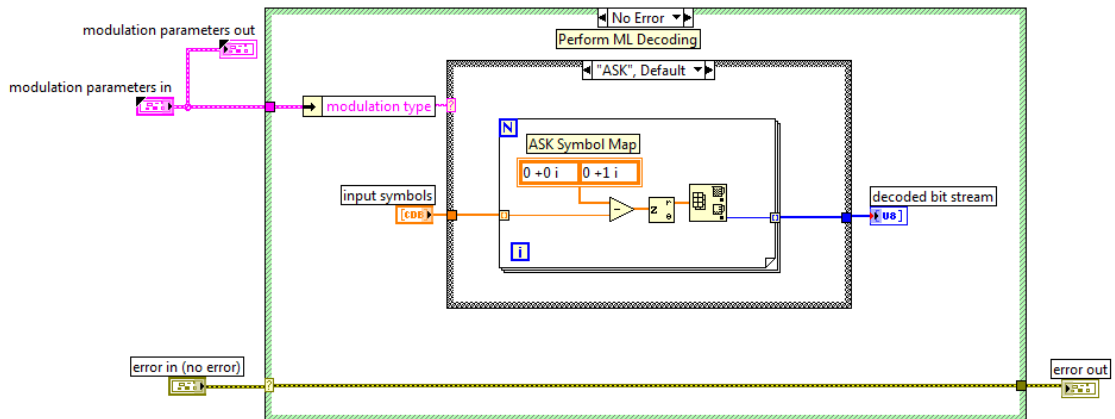


Рис. 4. Блок демодуляции входной последовательности

На вход блока поступает комплексная последовательность, характеризующая сигнальное созвездие принятого ASK-сигнала. Эти комплексные числа последовательно поступают на блок, где происходит их поочерёдное вычитание из символов матрицы $(0+0i, 0+1i)$. После этого два результата вычитания поступают на блок «*complex to polar function*», с выхода которого берутся значения модулей комплексных результатов вычитания (r). Далее значения модулей записываются в матрицу «*array max & min function*». С выхода матрицы снимается индекс ячейки с минимальным значением модуля. Таким образом функция блока заключается в преобразовании комплексных значений сигнального созвездия в битовые значения исходной последовательности.

Полученная последовательность поступает на вход блока «*TDMA*» (рис. 5), где в блоке «*Decimate 1D block function*» делится на три параллельных выходных канала. В этих каналах получаем исходные последовательности.

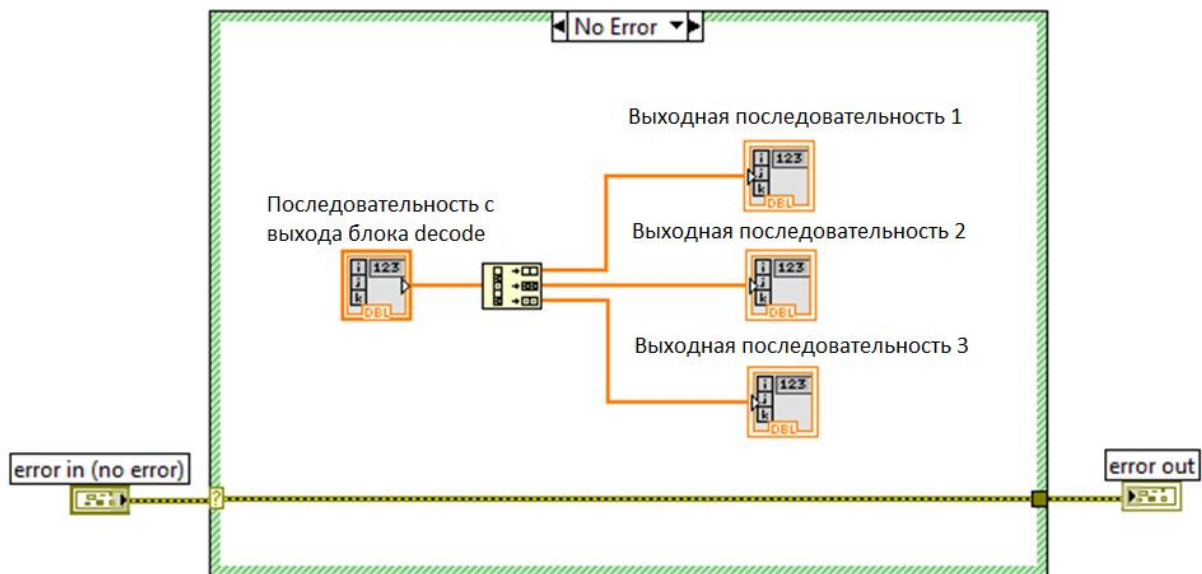


Рис. 5. Блок *TDMA*

Произведём моделирование приёма сигнала на частоте 100 МГц. Далее приведены диаграмма принятых созвездий (рис. 6), осциллограмма принятого сигнала (рис. 7) и полученные битовые последовательности (рис. 8).

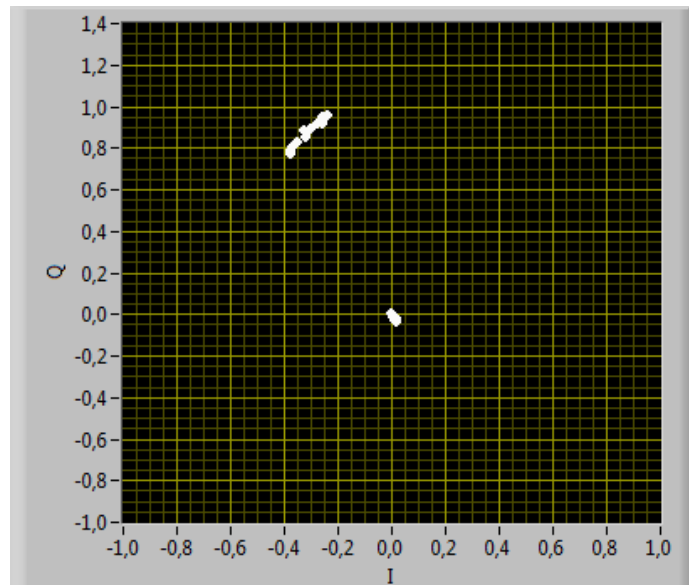


Рис. 6. Диаграмма созвездия ASK

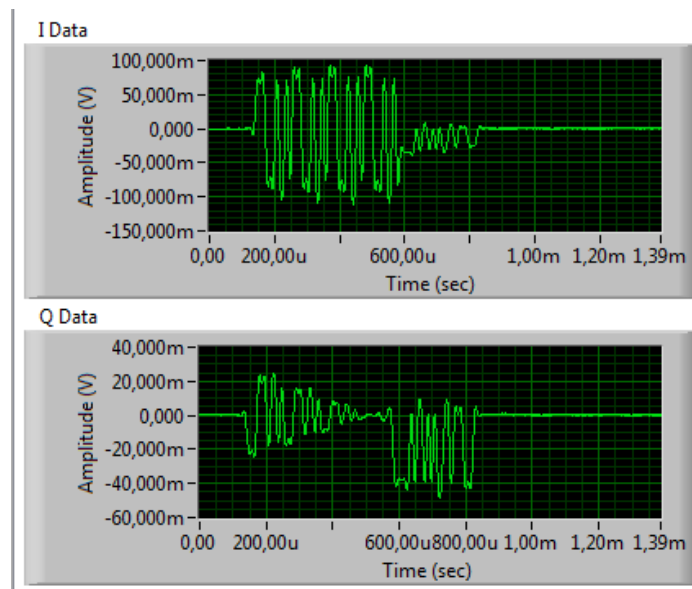


Рис. 7. Временная диаграмма пришедшего сигнала

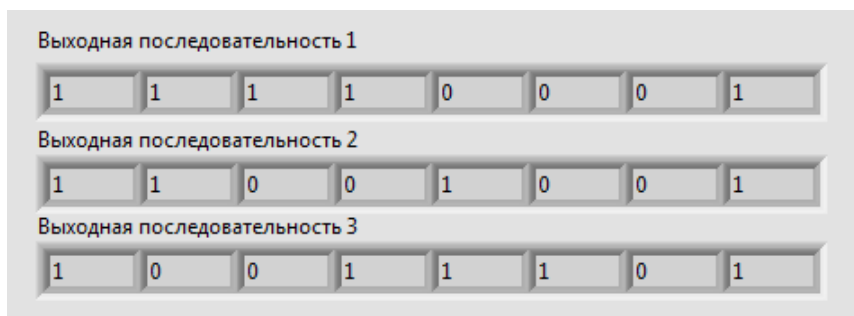


Рис. 8. Восстановленные последовательности

Таким образом среда *LabView* позволяет осуществлять моделирование реальных систем приёма и передачи информации.

Моделирование приёмной системы с *TDMA* и несущим *ASK*-сигналом, что на частоте несущей, равной 100 МГц, битовая последовательность принимается без ошибок. Следует отметить, что при повышении частоты несущей количество ошибочных бит увеличивается.

Литература

1. Шульгин В.И. Основы теории передачи информации, ч.2. Помехоустойчивое кодирование – Учеб. пособие – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 87 с.
2. Шварцман В.О. Передача дискретной информации. Уч. для студ. электротехн. институтов. / В.О. Шварцман, Г.А. Емельянов – М.: Радиосвязь, 1982. – 240 с.
3. Федосов В.И. Основы программирования *Labview*. / В.И. Федосов – Учебное пособие – С.: Саратовский государственный университет имени Чернышевского, 2010. – 53 с.

Для цитирования:

Я. А. Зазулин, П. Ю. Карпунин, К. В. Киреев. Моделирование приёмной системы с амплитудной демодуляцией и временным разделением каналов в среде *LabView*. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2018. № 6. Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/jun18/10/text.pdf>
DOI 10.30898/1684-1719.2018.6.10