

И.Д. Чадюк, М.С. Жмакин, А.В. Надымов  
 (г. Владивосток, Дальневосточный федеральный университет)  
 I.D. Chadyuk, M.S. Zhmakin, A.V. Nadymov  
 (Vladivostok, Far Eastern Federal University)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНЕЙНЫХ КОДОВ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

### MODELING A COMMUNICATION SYSTEM USING LINEAR CODES AND EVALUATING THEIR EFFECTIVENESS

*В работе рассматриваются следующие методы линейного кодирования: кодирование без возврата к нулю NRZ-L и NRZ-M, кодирование с приходом к нулю RZ-AMI и манчестерское кодирование. На оборудовании NI ELVIS II+ и модуле Emona DATEx удалось реализовать лабораторный прототип системы цифровой связи и оценить эффективность процедуры демодуляции сигнала.*

*The paper presents some methods of linear coding: NRZ-L (Non-Return to Zero Level), NRZ-M (Non-Return to Zero Mark), RZ-AMI (Return to Zero Alternate Mark Inversion) and Manchester code. On the NI ELVIS II+ and module Emona DATEx it was succeeded to realize the prototype of digital communication system and estimate efficiency of signal demodulation.*

**Ключевые слова:** линейное кодирование, NRZ-L, манчестерский код, RZ-AMI, NRZ-M.

**Keywords:** linear coding, NRZ-L, Manchester, RZ-AMI, NRZ-M.

Система связи представляет собой совокупность приемопередающих устройств и канала связи, осуществляющих передачу информации. Структурная схема системы цифровой связи, где обозначено место линейного кодера, представлена на рис. 1.

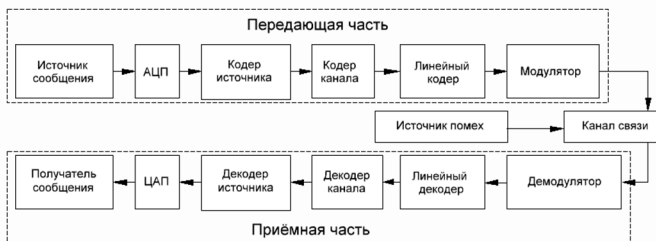


Рис. 1. Структурная схема системы цифровой связи

Линейное кодирование осуществляется перед модуляцией сигнала и его передачей по каналу связи, в связи с этим сигнал, преобразованный в линейный код, должен строго соответствовать характеристикам среды распространения.

На оборудовании NI ELVIS II+ и модуле расширения Emona DATEx был реализован лабораторный прототип системы цифровой связи, включающий в себя линейный кодер, BPSK-модулятор, линию связи и детектор BPSK-сигнала [1]. Схема соединения модулей на плате Emona DATEx приведена на рис. 2. Таким образом, удалось передать сигнал, преобразованный одним из методов линейного кодирования, через всю систему связи, и получить демодулированный сигнал. Для того, чтобы приблизить условия распространения сигнала к реальным, в канал связи добавлялись помехи в виде шума. Данное оборудование позволяет использовать шумы трех уровней: 0 дБ, минус 6 дБ и минус 20 дБ.

Выход Line code (Линейный код) модуля Sequence Generator (Генератор последовательностей) представляет собой один из линейных кодов, выбор которого производится двухпозиционными переключателями: положение 00 соответствует коду без возврата к нулю NRZ-L, положение 01 – манчестерскому коду, аналогично для кодов RZ-AMI и NRZ-M [2]. Как видно плата Emona DATEx позволяет провести эксперименты лишь с четырьмя линейными кодами.

На рисунках в нижней части осциллограммы показан исходный сигнал линейного кода, в верхней – демодулированный сигнал при воздействии на канал связи шума минус 20 дБ (рис. 3) и 0 дБ (рис. 4).

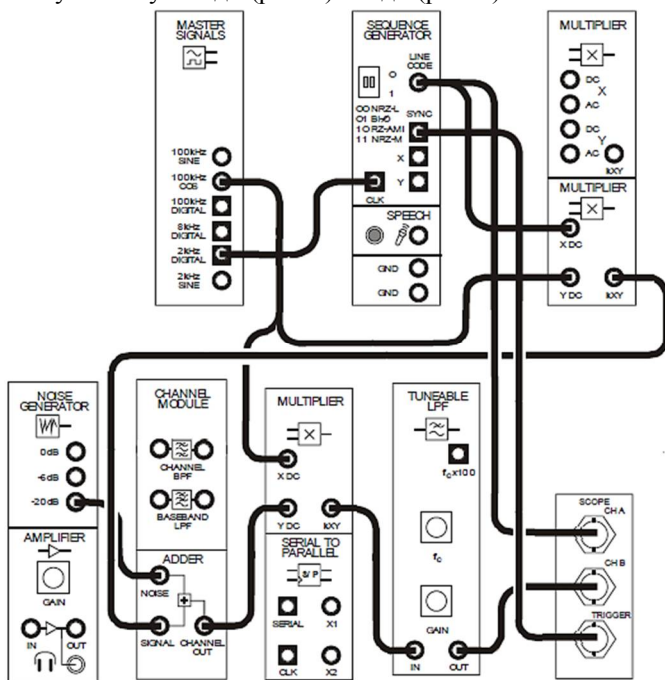


Рис. 2. Схема соединения модулей на плате Emona DATEx

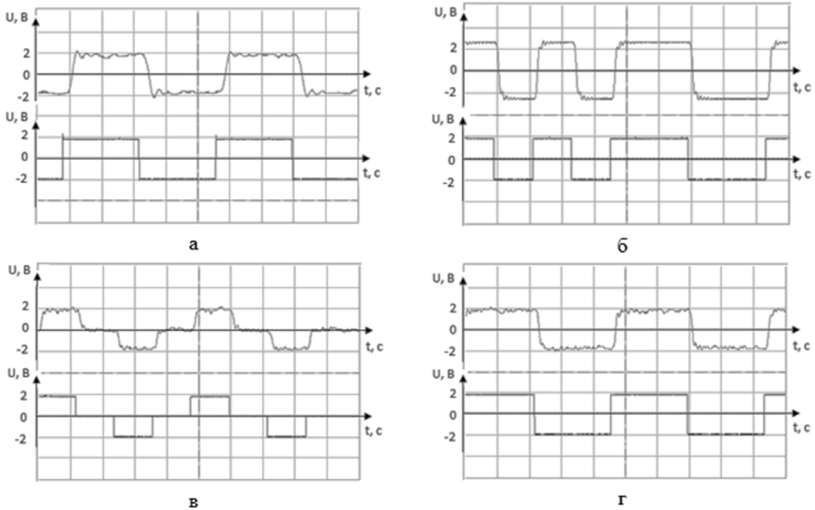


Рис. 3. Исходный линейный код и демодулированный при уровне шума -20 дБ: а) NRZ-L, б) Manchester, в) RZ-AMI, г) NRZ-M

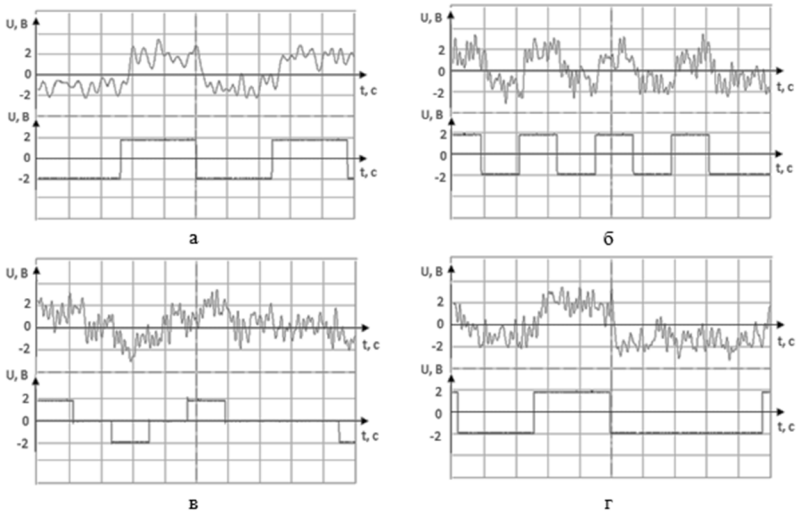


Рис. 4. Исходный линейный код и демодулированный при уровне шума 0 дБ: а) NRZ-L, б) Manchester, в) RZ-AMI, г) NRZ-M

По полученным осциллограммам были измерены скорость нарастания и спада фронта, а также зафиксирована амплитуда зашумленного сигнала и максимальные флуктуации напряжения метки для того, чтобы оценить степень влияния шума трех различных уровней на каждый сигнал.

При низком уровне шума, в данном случае при шуме минус 20 дБ, восстановление сигнала происходит достаточно точно. При больших уровнях шума, минус 6 дБ и 0 дБ, сложно судить о качестве процедуры демодуляции, так как сигнал сильно искажается. Но все же стоит отметить, что есть методы кодирования, например, NRZ-M и манчестерский, при которых восстановление сигнала происходит эффективнее, чем в других случаях.

Таким образом, удалось произвести полный цикл передачи сигнала, преобразованного по определенному принципу линейного кодирования. Данная работа выходит за рамки стандартной лабораторной работы, предложенной разработчиками оборудования, а значит может быть использована как основа для проведения усложненных лабораторных работ по таким дисциплинам, как «Цифровая обработка сигналов», «Радиопередающие и радиоприёмные устройства».

#### Список литературы

1. Дункан, Б. Емона DATEx. Руководство к лабораторному практикуму. Эксперименты по основам современных аналоговых и цифровых методов телекоммуникаций. Том 1. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2008. – 399 с.

2. Дункан, Б. Емона DATEx. Руководство к лабораторному практикуму для NI ELVIS I и II. Дальнейшие эксперименты по современным аналоговым и цифровым телекоммуникациям. Том 2. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 201 с.

*Материал поступил в редколлегию 09.10.19.*

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5e028214cf7c92.84603449  
УДК 621.37

С.Г. Чумаров, В.К. Чернов

(г. Чебоксары, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова)

S.G. Chumarov, V.K. Chernov (Cheboksary, Chuvash State University)

### ИССЛЕДОВАНИЕ МОСТОВОГО УСИЛИТЕЛЯ ТОКА С ПИ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

#### RESEARCH OF BRIDGE CURRENT AMPLIFIER WITH PI CONTROLLER

*Проведено исследование мостового усилителя тока с пропорционально интегральным регулированием, выстроена принципиальная схема в программе-симуляторе и осуществлено ее моделирование. На основе полученных результатов сделаны выводы о возможностях работы модели устройства.*

*A bridge current amplifier with proportional integral control was studied, a circuit diagram was built in the simulation program, and its modeling was carried out. On the basis of the results suggests the possibility of the device model.*

*Ключевые слова: мостовой усилитель, ПИ-регулятор, драйвер,*