

УДК 621.396.722, 004.4

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЦЕПОЧКИ ОБРАТНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ РЕСУРСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Витов А. В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Быковский С. В.
(Университет ИТМО)

Введение. Создание базовой станции подразумевает реализацию всего стека протоколов радио интерфейса, который разбивается на три уровня. Данная работа непосредственно связана с самым нижним из них L1-RNУ, который включает в себя физический восходящий канал передачи пользовательского трафика и сигнализации контрольной информации (PUSCH).

Основная часть. Цепочка обратного распределителя ресурсных элементов включает в себя следующую последовательность алгоритмов: обратные быстрые преобразования Фурье, демодулятор, дескремблер, вычисление размеров кодовых блоков и алгоритм обратного перемежения. После преобразования сигнала, получаемого с антенн в наборы ресурсных элементов, которые представляют из себя наборы комплексных амплитуд (фазовый сдвиг поднесущей и амплитуды сигнала), с помощью обратных быстрых преобразований Фурье, данные попадают в алгоритм демодуляции. Задачей демодулятора является сопоставление полученных комплексных чисел с точками из созвездия модуляции (QPSK или QAM16), для получения битов правдоподобия. В рамках проделанной работы после составления цепочки обратного распределителя ресурсных элементов (демапера) были написаны бенчмарки для оценки эффективности работы всех алгоритмов. Было выявлено, что самым ресурсозатратным алгоритмом является демодулятор, соответственно, с целью оптимизации цепочки обратного распределителя ресурсных элементов, было принято решение создать вторую версию алгоритма демодуляции, которая потенциально должна быть гораздо проще с точки зрения количества проводимых вычислений. В первоначальной версии демодулятора по методу максимального правдоподобия было большое количество вычислений, связанных с нахождением расстояния от демодулируемой комплексной точки, до каждой точки из созвездия модуляции. Основным отличием новой версии демодулятора является то, что он оценивает расстояния до осей, а не до точек из созвездия модуляции, что гораздо проще и требует меньших вычислений. После того как алгоритм был реализован на языке C++, с помощью бенчмарков теория была подтверждена, и он действительно оказался в 38.4 раза быстрее. После этого была проведена интеграция разработанного линейного демодулятора в цепочку демапера. Алгоритмы разрабатывались последовательно, начиная с составления модели алгоритма на языке python как для передатчика, так и для приемника, затем по разработанной модели были составлены модульные тесты, после чего алгоритм реализовывался на языке C++.

Выводы. В рамках данной работы было проведено исследование цепочки алгоритмов обратного распределителя ресурсных элементов, после чего они были реализованы. В рамках задачи по оптимизации цепочки для алгоритма демодуляции была создана реализация, которая оказалась в 38.4 раза быстрее. Так же все описанные алгоритмы были реализованы и протестированы на данных, полученных из модели. После чего была проведена интеграция всех алгоритмов в цепочку обратного распределителя ресурсных элементов и его интеграцию в цепочку всего канала приемника PUSCH.

Список использованных источников:

1. TS 136 212 - V8.8.0 - LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding (3GPP TS 36.212 version 8.8.0 Release 8). Url:

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136200_136299/136212/08.08.00_60/ts_136212v080800p.pdf

2. Johnson C. Long Term Evolution in Bullets. – Louisville, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012. – 592p.

3. N. Hou, K. Niu, Z. He and S. Sun, "Test and performance analysis of PUSCH channel of LTE system," 2013 5th IEEE International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications, Chengdu, China, 2013, pp. 110-114, doi: 10.1109/MAPE.2013.6689964.