Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»
Кафедра: «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»

«Разработка и проверка работоспособности алгоритма множественного доступа с конечным числом очередей для устройств, использующих протокол LoRaWAN»

Подготовил:
Кирюпин М.М.

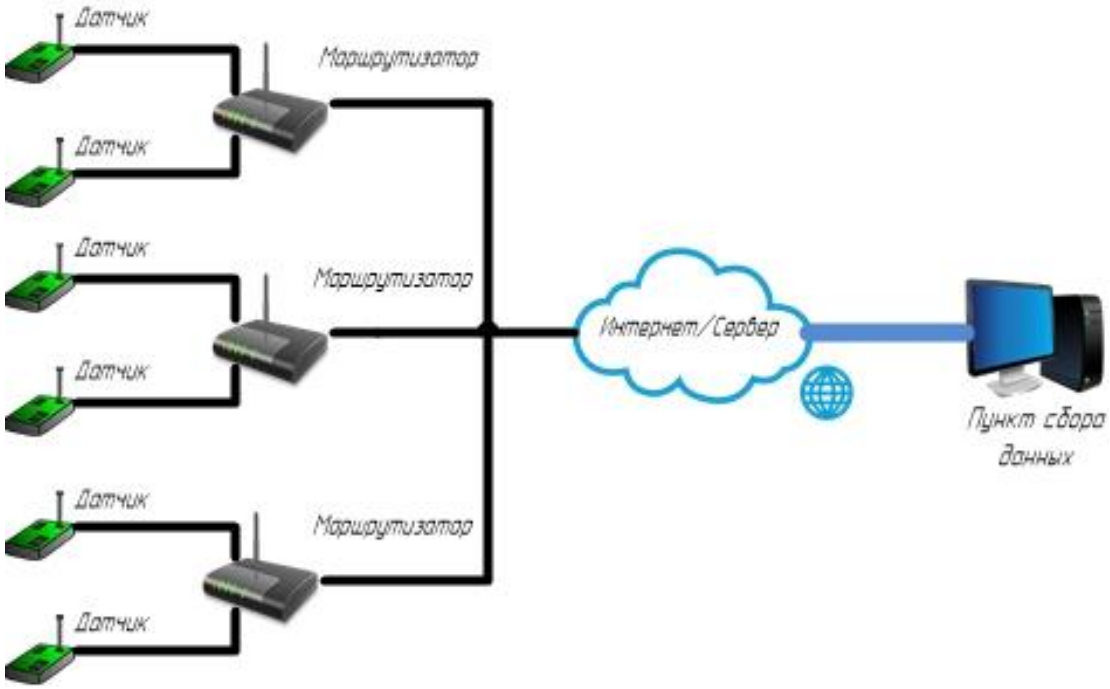
Научный руководитель:
к.т.н. доцент Белоусов О.А.

2020

Данная работа на тему «Разработка и проверка работоспособности алгоритма множественного доступа с конечным числом очередей для устройств, использующих протокол LoRaWAN» выполнена магистрантом кафедры КРЭМС, группы МРС-21, Кирюпиным М.М. под руководством к.т.н., доц. Белоусова О.А. Разработанная для внедрения на ПАО «Ростелеком».

Целью данной работы является: разработка системы управления с использованием множественного доступа с конечным числом очередей для стандартов функционирующих в экосистеме «Интернета вещей», а так же проверка подобранного алгоритма в программном продукте MATLAB. Данная система позволит оптимальным образом управлять работой сетевого оборудования, отвечающего за функционирование устройств умного дома, в частности, управлять формированием и обслуживанием образующихся очередей, балансировать трафик, а так же контролировать загрузку сети.

LPWAN



Характеристики сети:

- Рабочая частота 915 МГц;
- Имеются под стандарты работающие в сетях сотовой связи, так и привычных сетях;
- Радиус действия от 10 км;
- Скорость передачи данных : 1 Мбит/с.;
- Обладает малым потреблением энергии, работа от батареи до 10 лет;

Рисунок 1 - Структурная схема типовой беспроводной сети датчиков сети LPWAN

Основная модель системы поллинга

$$\rho = \sum_{i=1}^{N} \rho i \quad (1) \qquad bi = \int_0^{\infty} t dBi(t), \quad (2)$$

$$s = \sum_{j=1}^{N} s_j, \quad s^{(2)} = s^2 + \sum_{j=1}^{N} (s_j^{(2)} - s_j^2) \quad (3)$$

$$B(t) = \sum_{i=1}^{N} \frac{\lambda i}{\lambda} Bi(t) \quad (4) \qquad C = \rho C + s \quad (5) \qquad C = \frac{s}{1-\rho} \quad (6)$$

Значение выражений:

1 – Загрузка системы для распределения очереди;

2 – Длительность переключения сервера за один

л;

3 – Среднее время переключения сервера в цикле и второй момент длительности переключения сервера в цикле;

4 – Модель системы поллинга для систем с

лическим опросом;

5,6 – Длительность цикла.

ρ *- доля времени;*

s *- среднее время за цикл;*

λi *- поток заявок;*

bi *- момент времени обслуживания;*

ρi *- загрузка очереди;*

λ *- стационарный пуассоновский параметр;*

Bi(t) *- функция распределения;*

C *– длительность цикла;*

s^2 и $s^{(2)}$ *- первый и второй момент времени переключения сервера к* ***i****-ой очереди.*

Расчёты системы поллинга

В качестве примера рассмотрим систему поллинга со следующими параметрами:

- количество очередей N=3;
- интенсивность входных потоков $\lambda_1=500$, $\lambda_2=300$, $\lambda_3=160$;
- количество пакетов, необходимое для начала обслуживания очереди $k_i=2$, $i=\overline{(1,N.)}$;
- максимальное количество пакетов в очереди $h_i=5$, $i=\overline{(1,N)}$;
- интенсивности обслуживания очередей $\mu_1=4500$, $\mu_2=3000$, $\mu_3=4500$;
- интенсивности подключения к очередям $s_1=4592$, $s_2=4412$, $s_3=4592$;
- загрузка системы $\rho=0,247$.

Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Расчёты системы поллинга

Таблица 1 - Результаты вычислений при переменной интенсивности входных потоков

Параметры	№ очереди	Результаты	
		Средние длины очередей	Среднее время ожидания, мс
1	2	3	4
	1	0,7632	1,3058
	2	0,6956	1,9813
	2	0,5896	3,4579
	Σ	2,0484	
	1	1,0731	0,8666
	2	0,7327	2,0991
	2	0,6095	3,5755
	Σ	2,4154	
	1	0,9822	1,1928
	2	1,0170	1,1313
	2	0,5471	8,8757
	Σ	2,5464	

Основная модель системы в программном продукте MATLAB

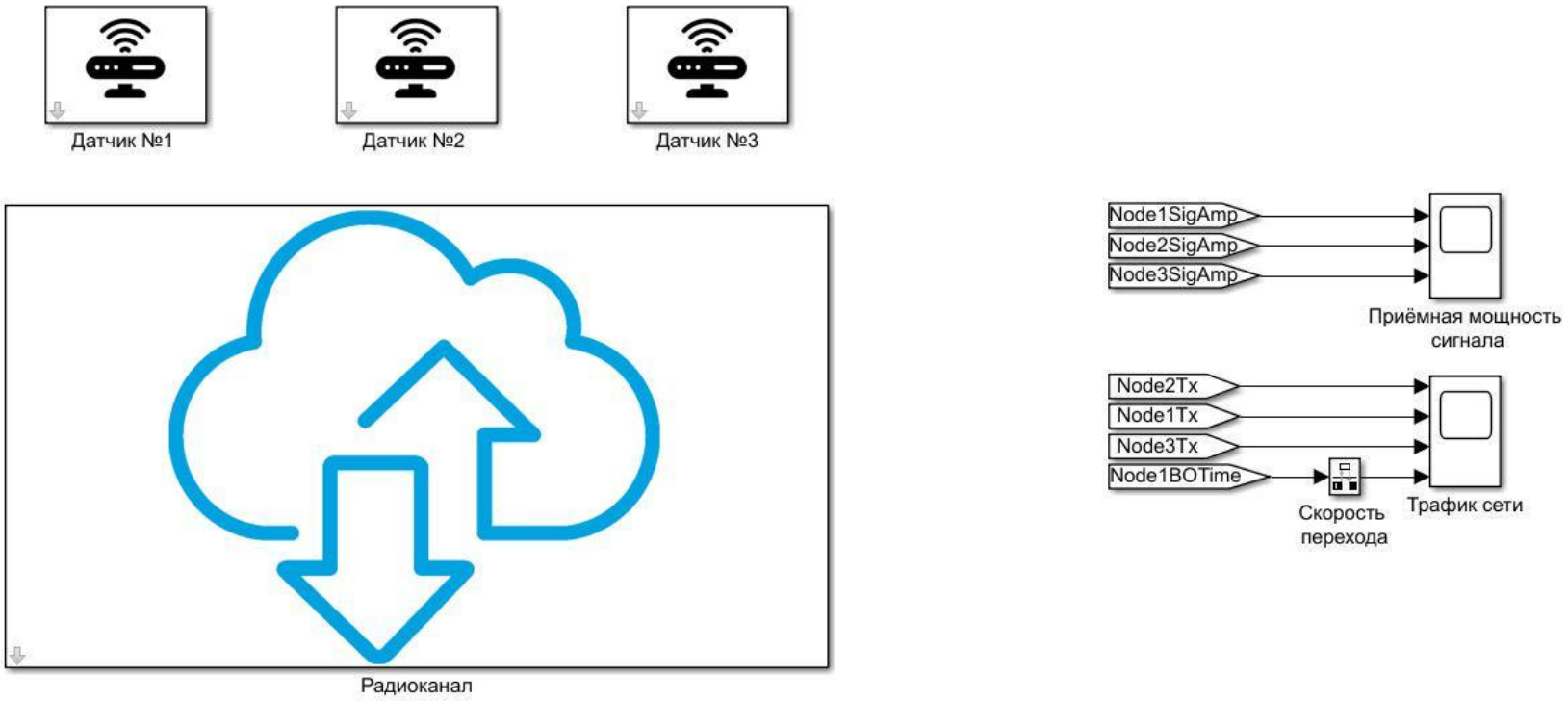


Рисунок 2 - Основная модель системы в программном продукте MATLAB

Структурная схема блока «Радиоканал» в программном продукте MATLAB

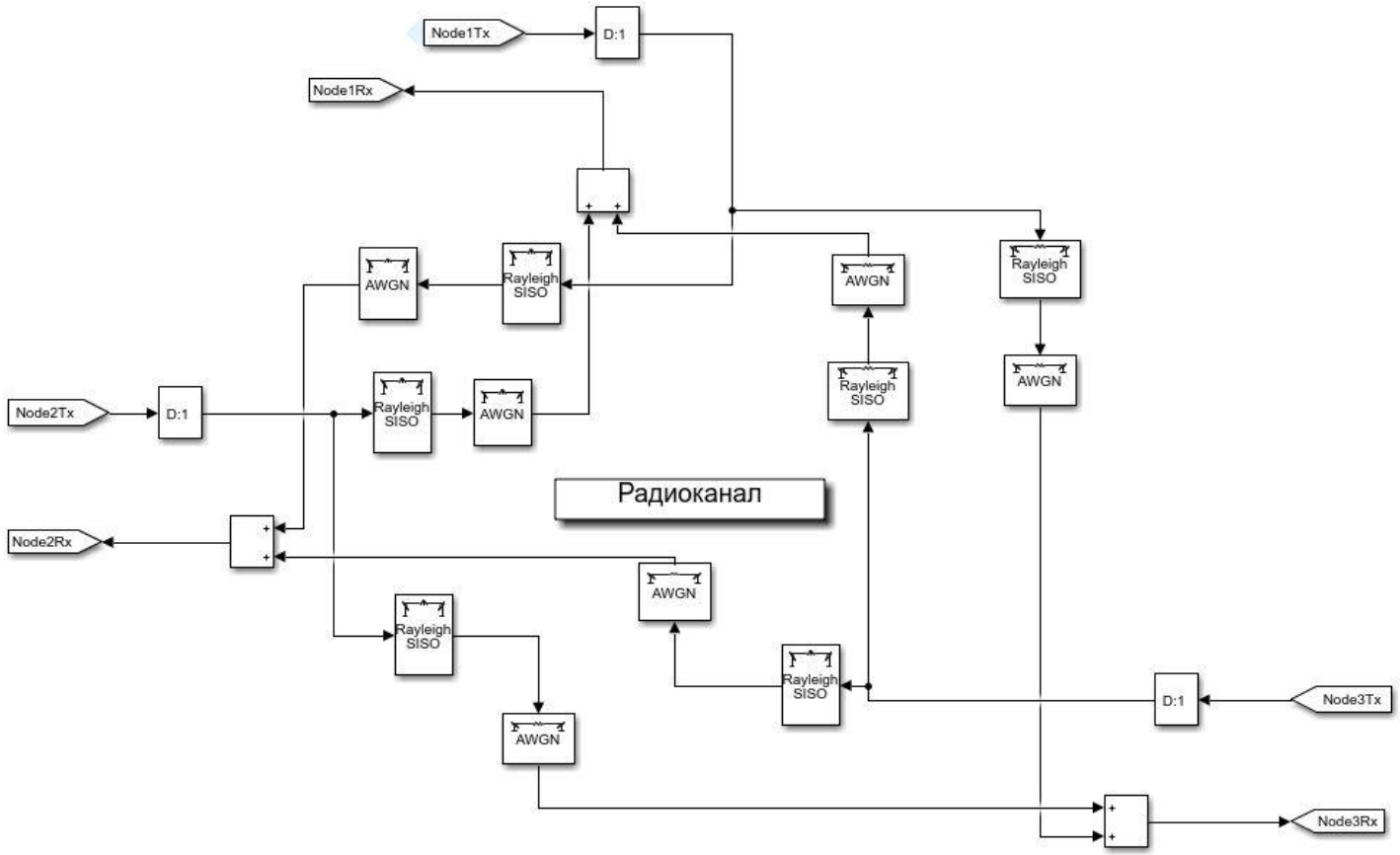


Рисунок 3 - Структурная схема блока «Радиоканал» в программном продукте MATLAB

Структурная схема блока «Датчик №1…№3» в программном продукте MATLAB

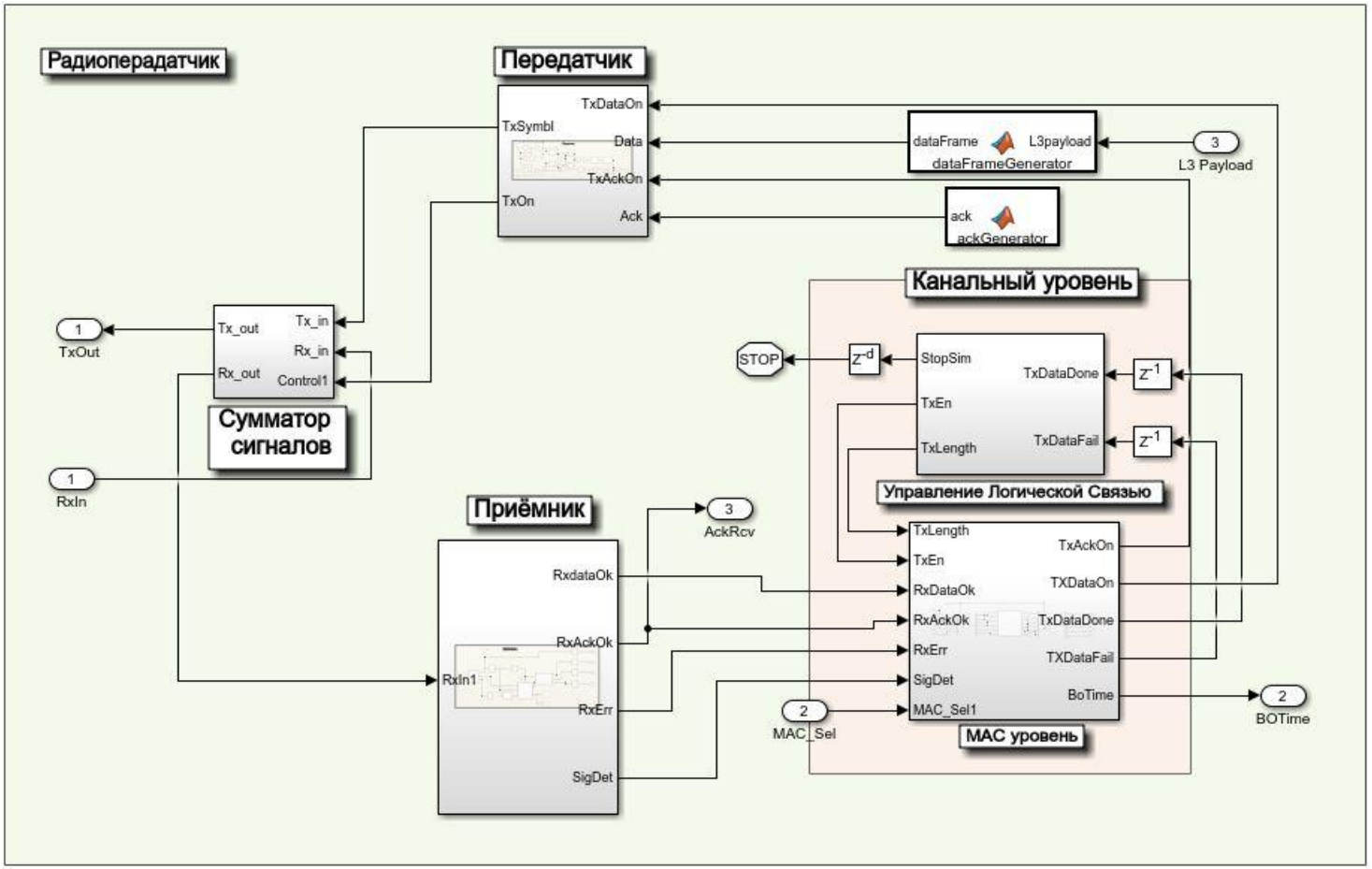


Рисунок 4 - Структурная схема блока «Датчик №1…№3» в программном продукте MATLAB

Структурная схема блока «Передатчик» в программном продукте MATLAB

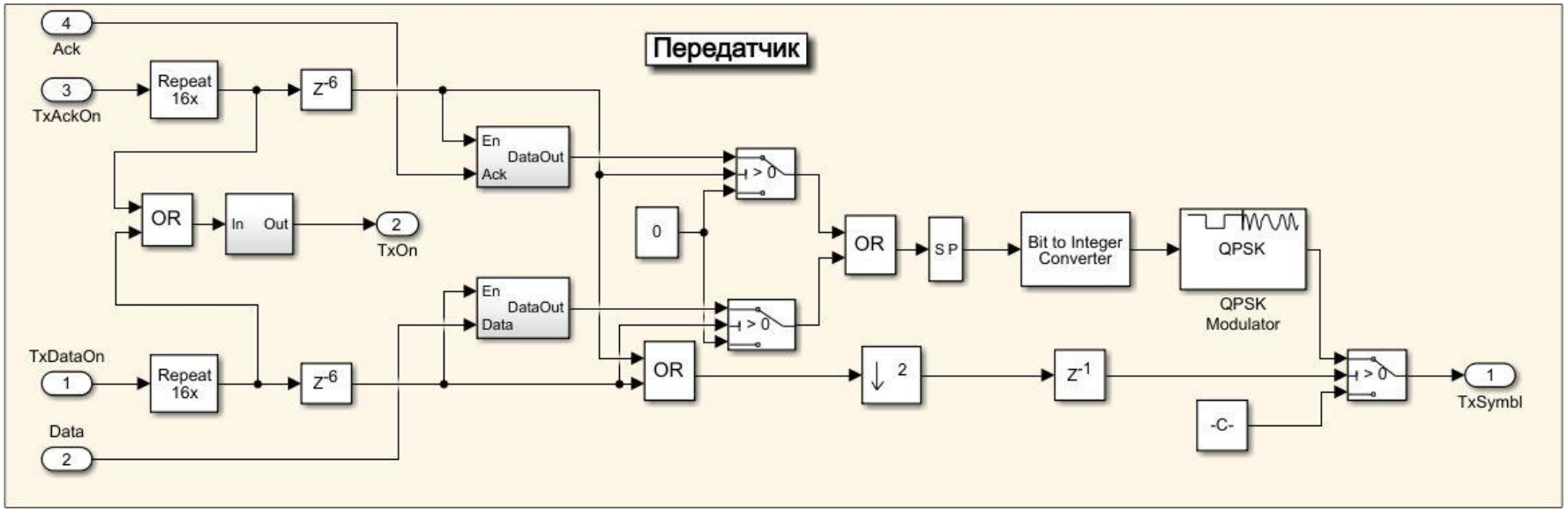


Рисунок 5 - Структурная схема блока «Передатчик» в программном продукте MATLAB

Структурная схема блока «Приёмник» в программном продукте MATLAB

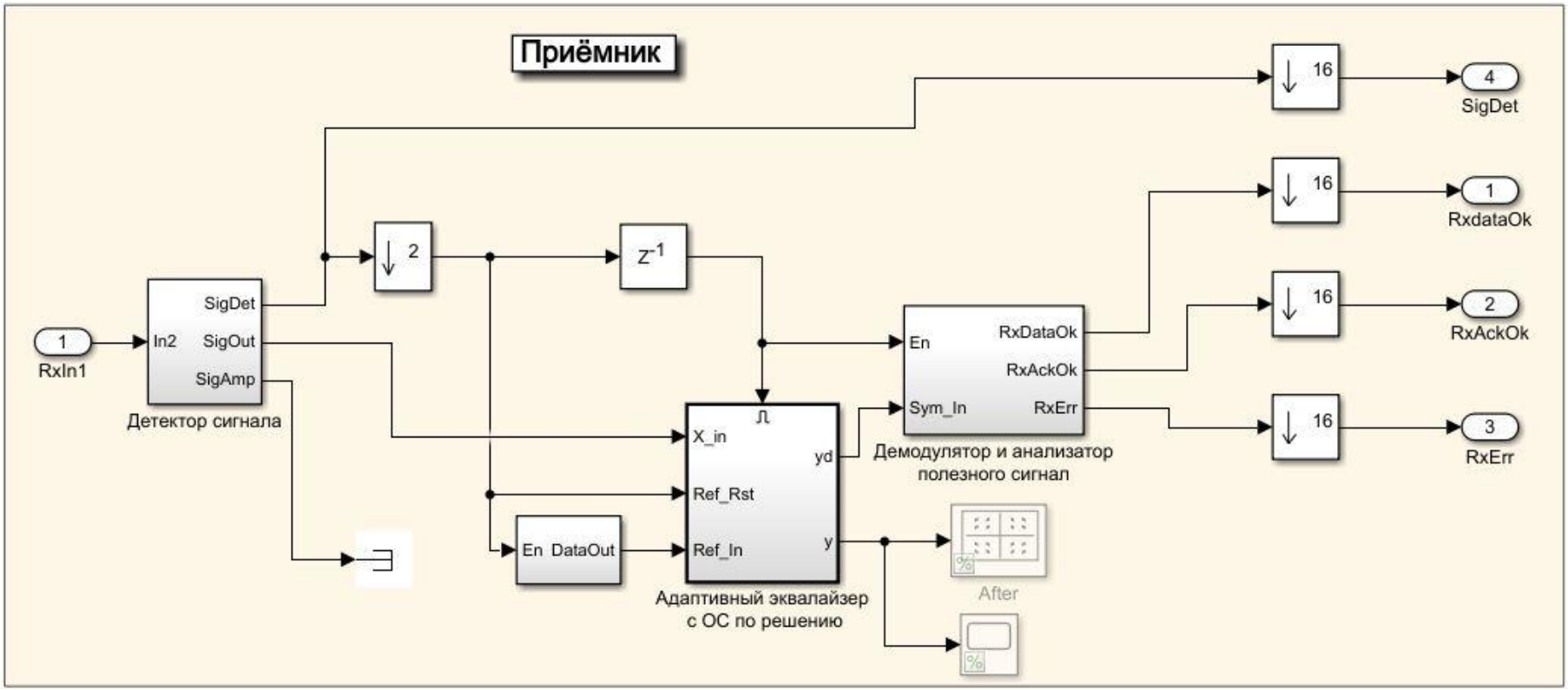


Рисунок 6 - Структурная схема блока «Приёмник» в программном продукте MATLAB

Структурная схема блока «MAC уровень» в программном продукте MATLAB

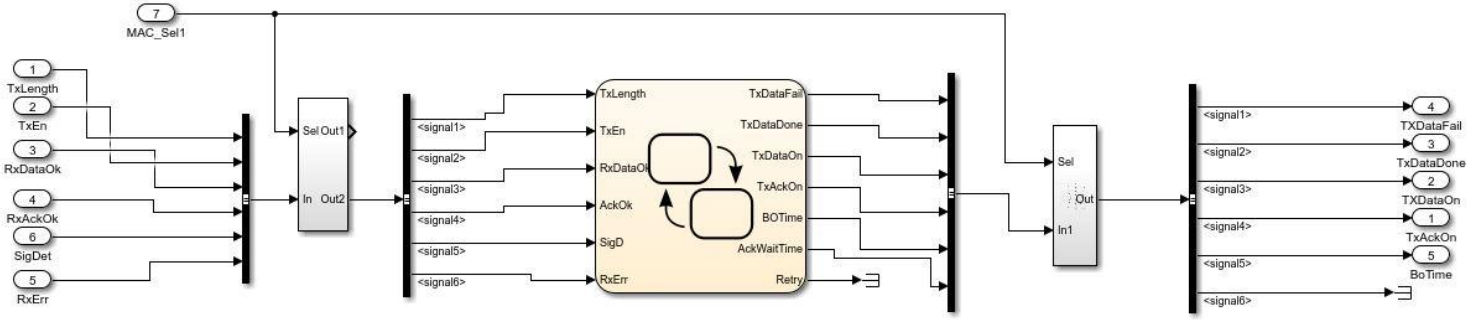


Рисунок 7 - Структурная схема блока «MAC уровень» в программном продукте MATLAB

Структурная схема конечного автомата, реализующего работу алгоритма система поллинга в программном продукте MATLAB

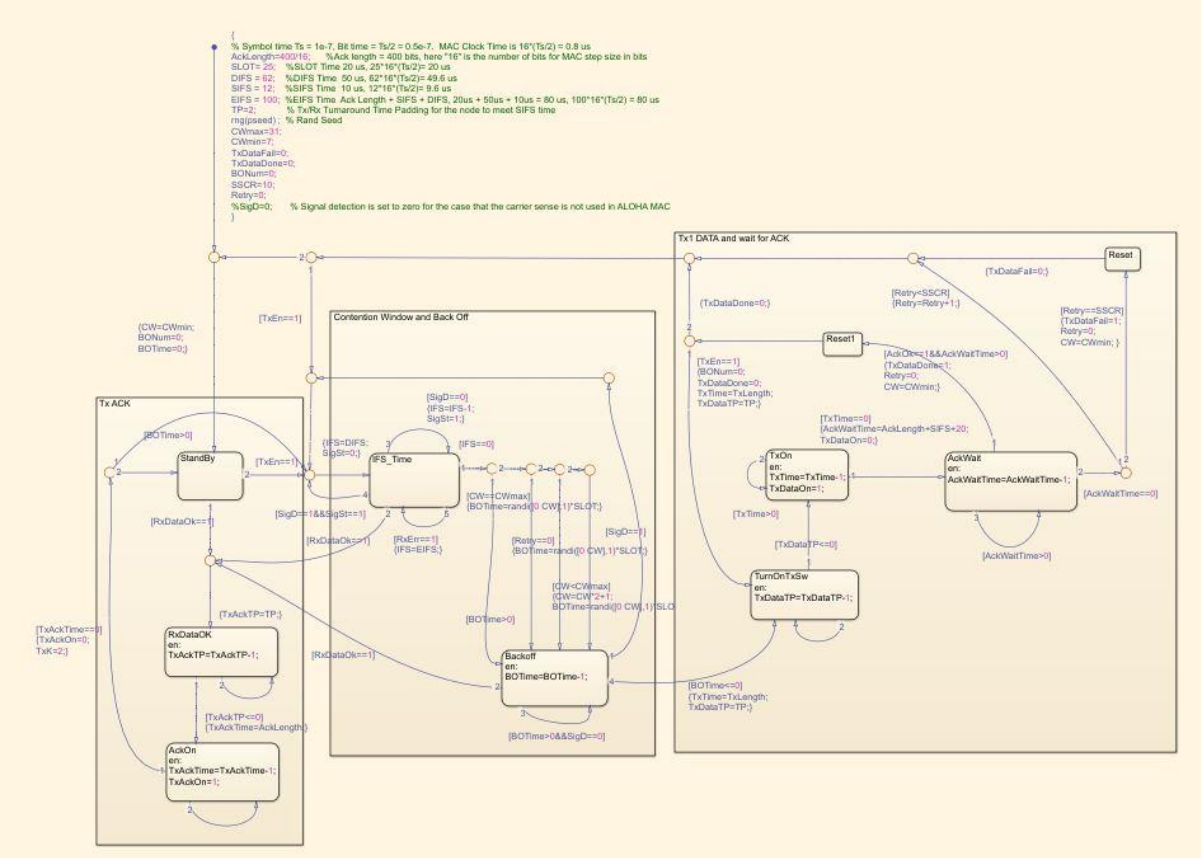


Рисунок 8 - Структурная схема конечного автомата, реализующего работу алгоритма система поллинга в программном продукте MATLAB

Структурная схема блока «Логический уровень» и его конечного автомата в программном продукте MATLAB

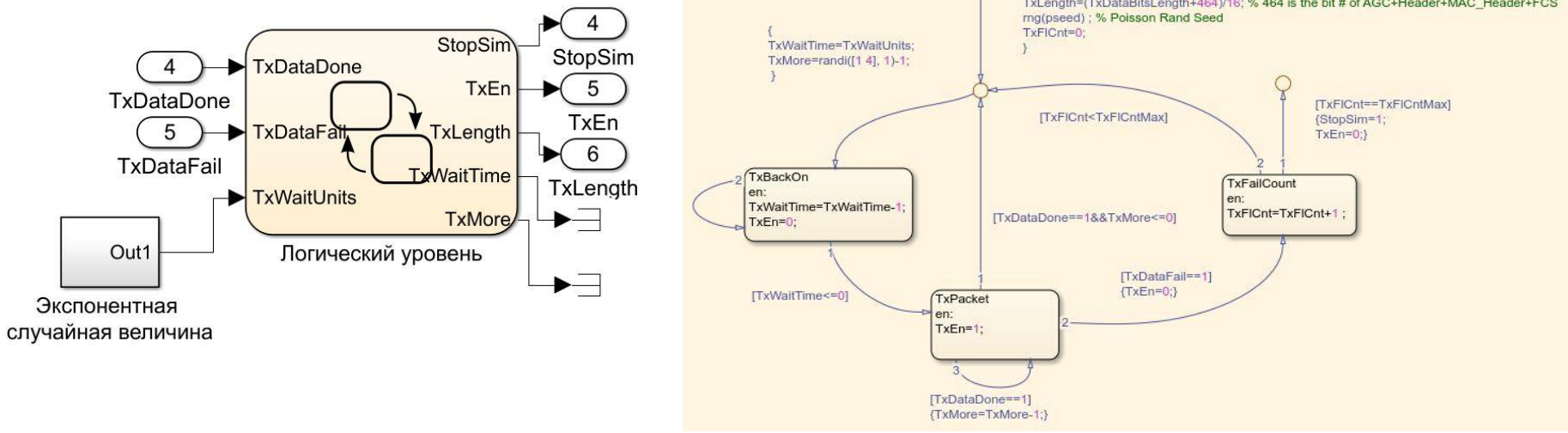


Рисунок 9 - Структурная схема блока «Логический уровень» и его конечного автомата в программном продукте MATLAB

Выходные характеристики разработанной системы

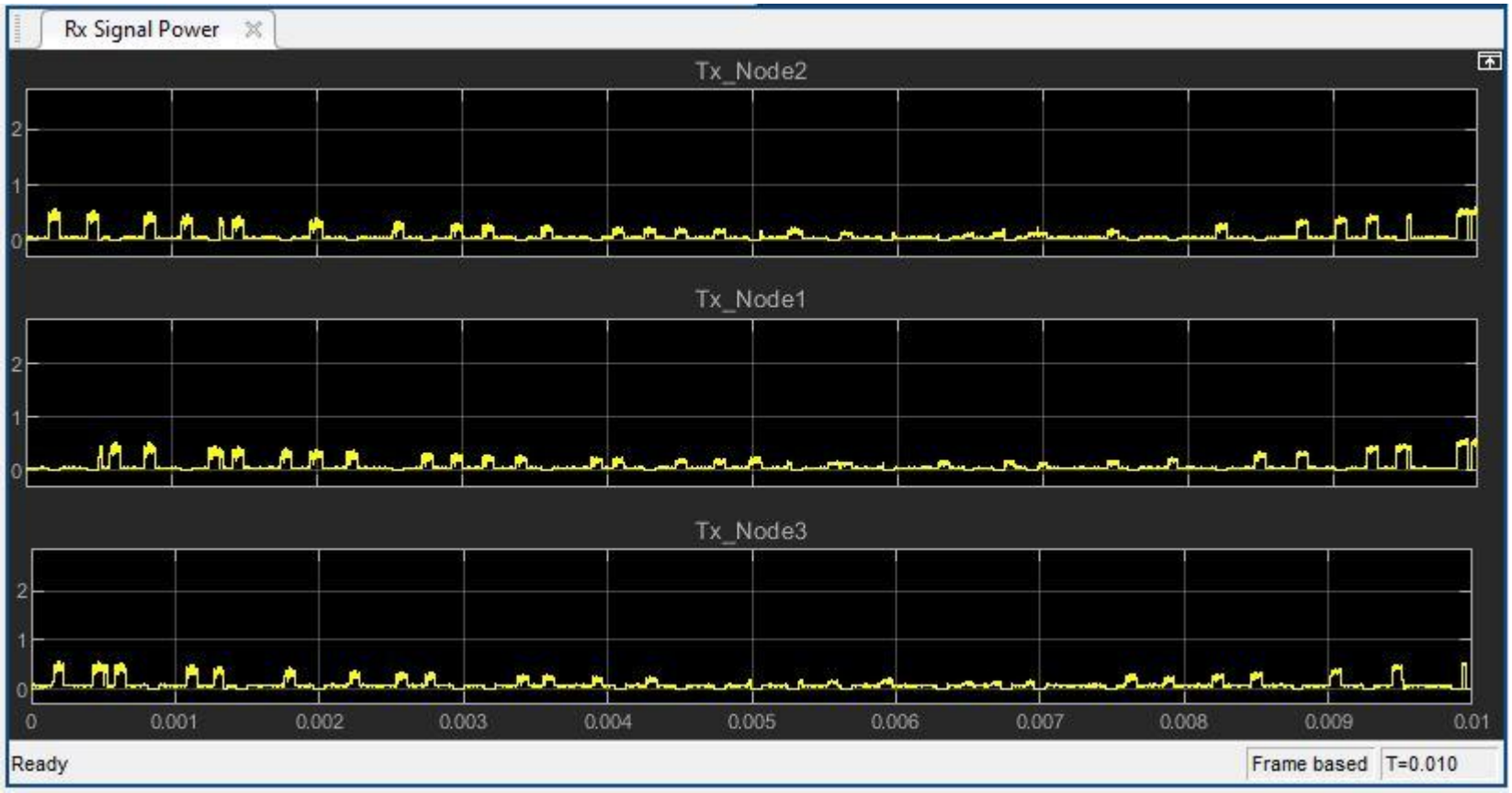


Рисунок 10 - График регестрирующий мощность поступаемого сигнала на датчики

Выходные характеристики разработанной системы

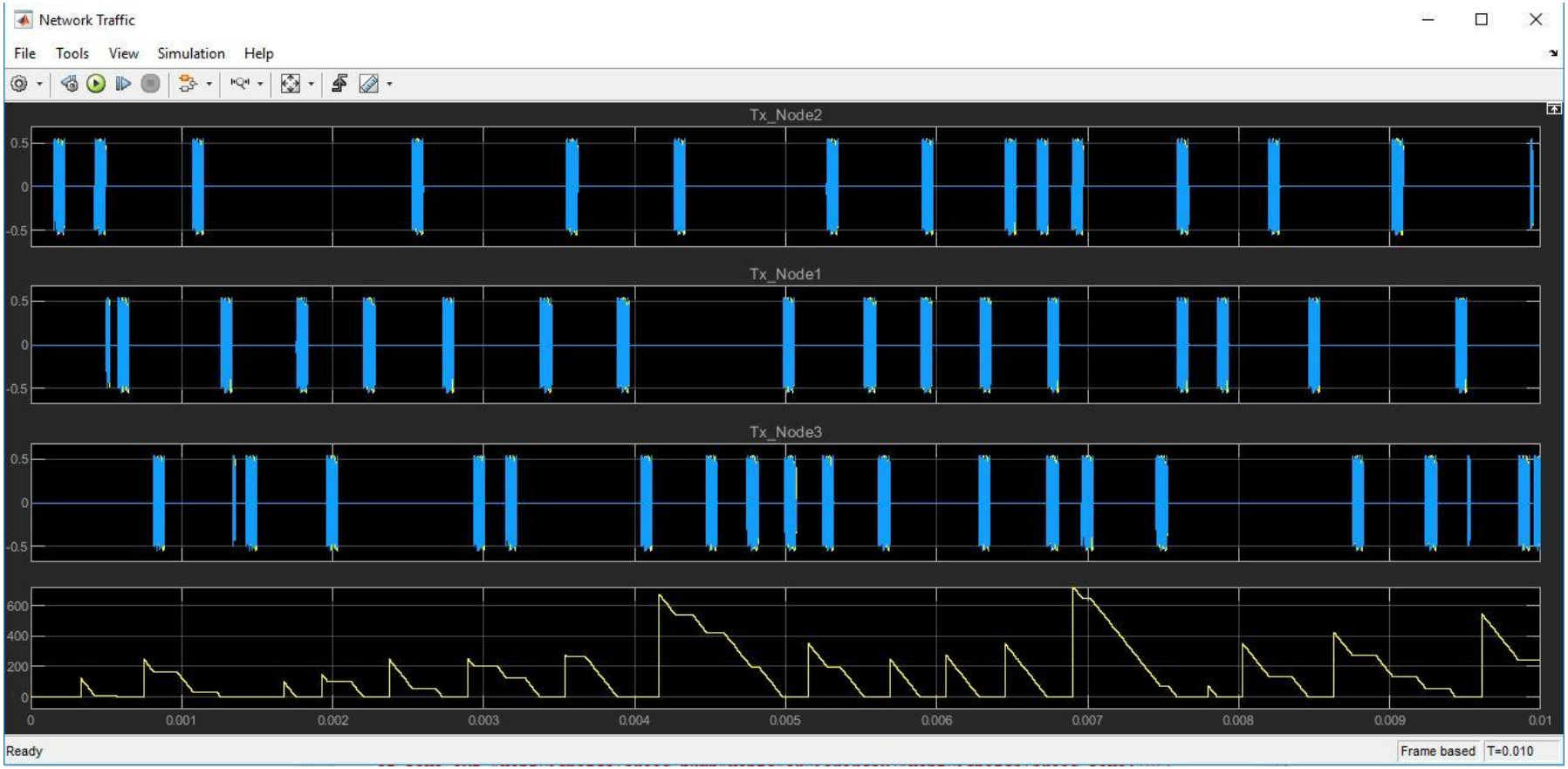


Рисунок 11 - График отображающий трафик всей модулируемой системы

Вывод

Из полученных результатов работы системы, можно сделать следующие выводы: возникающие коллизионные ситуации, в радиоканале, между всеми передающими устройствами, эффективно решаются разработанным алгоритмом множественного доступа, и обеспечивают своевременное поступление информации конечному источнику. За успешной передачей информации всегда следует кадр подтверждения, который позволяет другим радиопередатчикам начать свою работу. Чем меньше время выполнения передачи кадра, тем выше возрастает пропускная способность сети.

В результате проделанной работы были выполнено моделирование системы, в программном продукте Matlab в среде Simulink, для проверки разработанного алгоритма для функционирующей системы. Приведённая модель соответствует заявленным к ней требованиям и в полной мере описывает работу системы. В ходе моделирования были показаны следующие результаты это способность решения задачи конкурирующего доступа к сети, предотвращение возникновения коллизии между N-ым количеством устройств, гарантируемое предоставление приоритетного доступ к среде радиопередающим устройствам.

Спасибо за внимание!