

Лабораторная работа №7

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ОШИБКАМИ

1. Модель канала передачи данных с ошибками

Будем полагать, что в канале передаются кадры, размер которых L , определяется длиной полезных данных U и длиной заголовка H (служебных данных) $L=H+U$. При передаче кадра в канале может произойти ошибка как в поле полезных данных, так и в заголовке кадра. Будем полагать, что применяемый протокол использует квитирование (подтверждение). В таком случае наряду с кадрами полезных данных в канале передаются служебные кадры, которые несут информацию о результате доставки данных. Будем также полагать, что канал является симплексным, т.е. одновременно возможна передача только в одном направлении. Как правило, такие каналы имеют место при использовании технологий радиосвязи.

Рассмотрим следующий алгоритм работы канала:

- передатчик передает кадры данных с некоторой интенсивностью a , поток кадров на выходе передатчика представляет собой простейший поток;
- полагаем, что в канале может произойти ошибка, вероятности ошибочного приема бит независимы и имеют равномерное распределение, а вероятность ошибки одного бита описывается вероятностью p_{ber} ;
- при успешном приеме кадра приемник отправляет в канал (передатчику) подтверждение успешного приема, при обнаружении ошибки в принятом кадре приемник отправляет в канал запрос на повторную передачу кадра;
- следующий кадр передается в канал только после получения от приемника подтверждения об успешном приеме предыдущего кадра;
- при приеме запроса на повтор передатчик повторяет передачу последнего переданного кадра;

Эффективность использования канала оценим долей полезных данных в общем объеме передаваемых данных

$$E = \frac{U}{(L+l)\bar{k}} \quad (1)$$

где U – объем полезных данных в кадре, L – общий объем данных в кадре данных, l – общий объем данных в служебном кадре, \bar{k} – среднее

количество передач из расчета на один кадр, в данной модели это количество случайно и имеет геометрическое распределение со средним значением

$$\bar{k} = \frac{1}{(1 - p_{ber})^L} \quad (2)$$

$(1 - p_{ber})^L$ - вероятность того, что кадр не будет содержать ошибок, т.е. вероятность успешного приема кадра.

Тогда, эффективность использования канала будет определяться как

$$E(U) = \frac{U(1 - p_{ber})^{(H+U)8}}{(H + U + l)} \quad (3)$$

На рисунке 1 приведена зависимость эффективности от размера полезной части кадра ($p_{ber} = 0,001$, $H=18$ байт, $l=64$ байт).

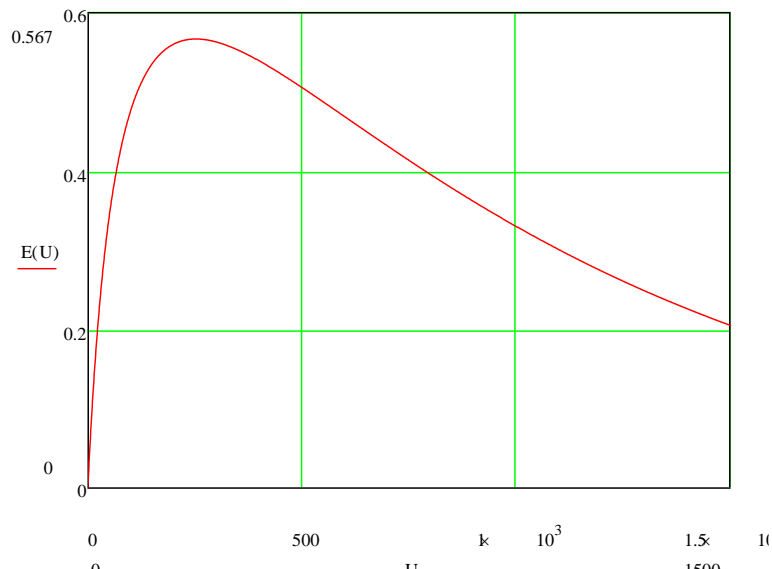


Рисунок 1 – Зависимость эффективности использования канала от размера полезной части кадра

Как видно из графика, зависимость имеет максимум при определенном значении размера полезной части кадра.

Целью данной работы является построение имитационной модели канала с ошибками, позволяющей найти оптимальное соотношение между параметрами канала, при котором достигается его максимальная эффективность.

2. Построение имитационной модели канала с ошибками

Для построения имитационной модели можно воспользоваться структурой, приведенной на рисунке 1.

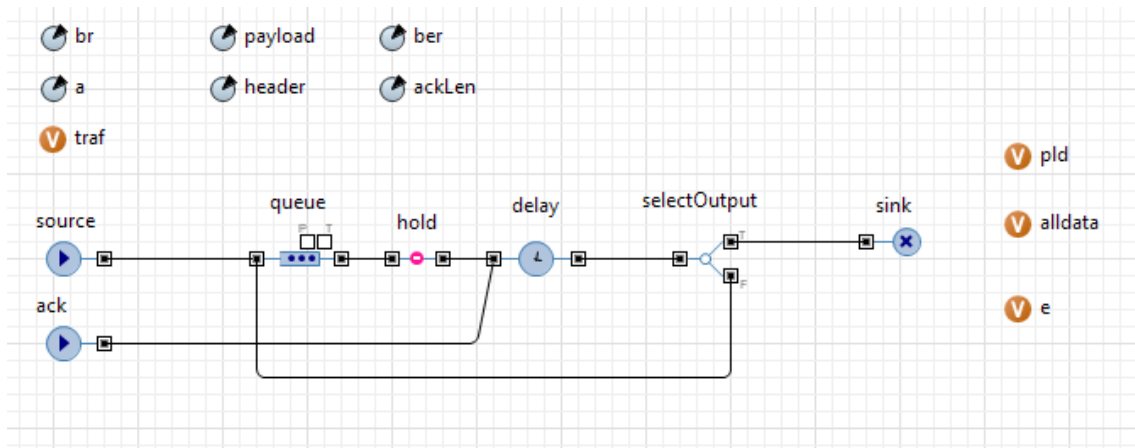


Рисунок 2 – Структура модели

Назначение элементов данной модели следующее:

source – производит исходный поток кадров (имитирует поток, производимый пользователем, в данном случае простейший поток);

ack – производит служебные кадры подтверждения/запроса. Работает в «ручном» режиме, кадр генерируется при вызове метода `ack.inject(1)`.

queue – служит для хранения кадров в то время, когда канал занят передачей.

hold – элемент, который «разрывает» соединение между элементами модели, его состоянием можно управлять функциями `hold.block()` и `hold.unblock()`.

delay – имитирует передачу кадра передатчиком с заданной скоростью.

selectOutput – элемент имитирует ошибку в принятом кадре, в случае ошибки кадр возвращается обратно в буфер для повторной передачи.

sink – получает все принятые кадры, в данном элементе ведется подсчет объема полезных данных.

Параметры:

br – скорость передачи данных в канале (бит/с);

a – интенсивность кадров, производимых источником кадров/с;

payload – объем полезных данных в кадре (байт);

header – длина заготовка кадра (байт);

ber – вероятность битовой ошибки;

ackLen – длина данных в кадре подтверждения / запроса.

Переменные:

pld – счетчик числа полезных данных, переданных через канал;

alldata – счетчик общего количества данных, переданных через канал.

e – оценка эффективности канала $e = \text{pld} / \text{alldata}$.

traf – загрузка канала.

Самостоятельно реализуйте алгоритм работы модели. Для проверки установите режим, согласно рисунку 3 и оцените полученные результаты.

Для упрощения модели, сделаем допущение о том, что кадры управления (подтверждения или запроса) передаются без ошибок.

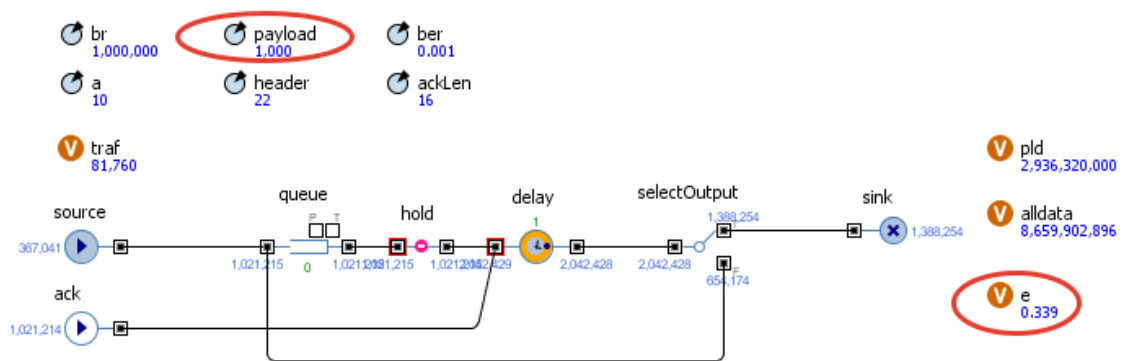


Рисунок 3 – Запуск модели

2. Оптимизация размера кадра

Для определения оптимального размера полезной части кадра создадим оптимизационный эксперимент. В качестве целевой функции выберем значение переменной e (оценку эффективности канала), в ходе оптимизации будем добиваться ее максимального значения.

На рисунке 4 приведена форма свойств оптимизационного эксперимента и результат оптимизации на рисунке 5.

Свойства Optimization - Оптимизационный эксперимент

Имя: Optimization ☐ Исключить

Агент верхнего уровня: Main

Целевая функция: ☐ минимизировать ☒ максимизировать

☒ Количество итераций: 500

☐ Автоматическая остановка

Максимальный размер памяти: 256 Mб

нажать в последнюю очередь

▼ Параметры

Параметры:

Параметр	Тип	Значение			
		Мин.	Макс.	Шаг	Начальное
br	фиксированный	1000000			
a	фиксированный	10			
payload	дискретный	10	2000	1	10
header	фиксированный	22			
ber	фиксированный	0.001			
ackLen	фиксированный	16			

▼ Модельное время

☐ Использовать календарь

Остановить: В заданное время

Начальное время: 0

Конечное время: 10000

Рисунок 4 – Свойства оптимизационного эксперимента

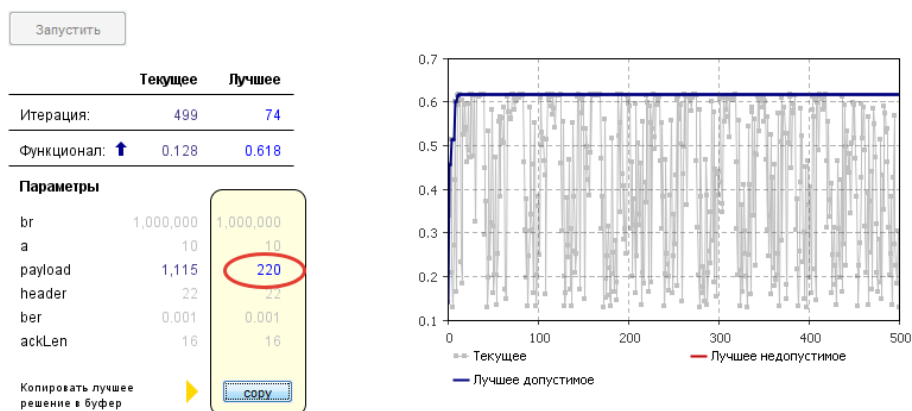


Рисунок 5 – Результат оптимизации

Проведите серию оптимизационных экспериментов, занесите результаты в таблицу 1 и постройте зависимость оптимального размера полезной части кадра от вероятности битовой ошибки.

Таблица 1 - Зависимость оптимального размера полезной части кадра от вероятности битовой ошибки

N	Вероятность битовой ошибки	Оптимальный размер полезных данных (байт)
1	0,000001	
2	0,00001	
3	0,0001	
4	0,0005	
5	0,0007	
6	0,001	
7	0,002	
8	0,005	
9	0,01	
10	0,05	

По данным таблицы 1 построить график зависимости и описать его (аппроксимировать) аналитической функцией, вид которой подобрать самостоятельно.

3. Выводы по работе

Сформулировать выводы по каждому из этапов выполнения работы:

1. По построению имитационной модели канала с ошибками.
2. По результатам имитационного и аналитического моделирования канала с ошибками, по сравнению полученных результатов.
3. По результатам исследования оптимального размера полезной части кадра.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы и краткое описание проводимых исследований
2. Результаты проверки функционирования модели.
3. Таблицы с результатами экспериментов (Таблица 1)
4. График зависимости оптимального размера полезной части кадра от вероятности битовой ошибки.
5. Выводы по полученным в работе результатам.