

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ С СОВМЕЩЕННОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ И ЭНЕРГИИ ПИТАНИЯ

THE NOISE TOLERANCE ANALYSIS OF THE COMMUNICATION WITH COMBINED POWER AND DATA TRANSMISSION ON A COMMON TWISTED WIRE PAIR

Хабаровск, Хабаровский государственный технический университет
Khabarovsk, Khabarovsk State Technical University

Under development of the measuring and controlling systems with distributed architecture on the multiplex-based channel, that combines power down and data on a common twisted wire pair, a principal objective is that to guarantee noise tolerance of the communication. The research was carried out on an example of the duplex channel with forward multilevel encoding and backward current pulses transmitted between power-down moments. An implementation of a noise tolerable protocol and encoding depends on regularity and the features of the spawned errors. Using of computer models of electromagnetic processes and error sources led to build a complicated model of discreet channels. Existing error models that lay on error clustering suppose independence of the error sequences over the input symbol-based sequences. In case of the duplex communication that admits different issues, that cause increasing data transmission time and query latencies, a model of error source is not adequate to a data process in real channels. Thus, there are presented the results of usage of a method of the simulation of the protocol and the error source.

В последние годы, широкое развитие получило направление, связанное с распределенными системами передачи и обработки информации для нужд промышленной автоматизации, основу которых составляют информационные каналы нового поколения, так называемые сети Fieldbus [1]. С учетом рекомендаций МЭК (IEC 61158) на сети Fieldbus класса H1 был разработан универсальный по применению мультиплексный моноканал с совмещенной передачей данных и энергии питания (ММК-СПДЭ). Совмещенный процесс передачи данных и энергии питания оконечным устройствам (ОУ) реализован посредством использования многоуровневого кодирования [2].

При передаче информации в реальных каналах с использованием многосимвольного алфавита S , образованного при помощи многоуровневого кодирования, число ошибок декодирования уровней в одном символе определяют два типа ошибок декодирования символов: искажения E и трансформация S^* . В протоколе обмена в ММК-СПДЭ вероятность искажения и трансформации входной последовательности $\{S\}$ в выходную последовательность $\{S^*\}$ определяется в соответствии с переходными вероятностями P_{ij} , которые находятся как элементы матрицы вероятностей переходов $P(S_j^* | S_i, S_{i-1}, \dots, S_{i-k})$, при $i = \overline{1, M}$, $j = \overline{1, M}$ для всех сочетаний символов, где число k характеризует память канала.

Последовательность ошибок $\{E\}$ представляется в виде двоичной последовательности

...0001111011110000001000000011011... пакетов ошибок длиной l и промежутков между ними длиной λ .

Предполагается, что в каждом из отрезков (пакетов и промежутков) возникают независимые ошибки с вероятностями p_1 и p_0 , а статистика ошибок $\{E\}$ полностью определяется одномерными распределениями пакетов ошибок $P(l)$ и интервалов между пакетами ошибок $P(\lambda)$ [3].

Однако, принять предположение о том, что последовательность ошибок $\{E\}$ случайна и статистически независима нельзя, т.к. последовательность ошибок $\{E\}$ в ММК-СПДЭ является статистически зависимой [4]. Проведенные исследования при помощи автокорреляционной функции (АКФ) $\varphi_d(n_a)$ между искаженными символами в последовательности ошибок $\{E\}$ показывают, что если последовательность ошибок в обратном канале еще можно принять независимой, то

ошибки в прямом канале сильно зависят от предыдущих ошибок в последовательности ошибок $\{E\}$ (рис. 1.). Также можно отметить, что АКФ последовательности $\{E\}$ зависит от вида помех и вида входной последовательности $\{S\}$. Таким образом, статистика $\{E\}$ оказывается достаточно сложной из-за чего разработка универсальной модели ошибок для ММК-СПДЭ крайне затруднительна.

Результаты выделения пакетов ошибок в последовательности $\{E\}$ показывают, что число пакетов ошибок в обратном канале практически равномерно снижается при увеличении отношения сигнал/шум, тогда как в прямом канале число пакетов ошибок уменьшается скачком при отношении сигнал/шум приблизительно 10 дБ (рис. 2). Длина пакетов ошибок и интервалы между пакетами зависят от множества факторов. Распределение длин в целом можно привести к экспоненциальному распределению. Однако параметры распределения сильно зависят от входной последовательности символов $\{S\}$, а также от параметров канала и типа помех. Предложенный метод моделирования последовательности $\{E\}$ основан на расчете вероятностей ошибок декодирования символа (уровней в символе) с учетом эффекта памяти для передаваемой последовательности $\{S\}$.

Предположим, что закон распределения интервалов между событиями соответствует распределению Эрланга с интенсивностью λ_C . Организация считывания запросов от оконечных устройств производится в соответствие с протоколом обмена, показанным на рис 3. Для этого в системе вводится циклический опрос состояния запросов от ОУ с периодом повторения 20-25 мс. Время реакции для наихудшего случая складывается из времени ожидания передачи запроса τ'_{p1} и времени обработки сообщения τ''_{p2} (рис. 4). Предположим, что ошибки при передаче запросов приводят к появлению как искаженных, так и ложных запросов, а в случае получения искаженных запросов необходима повторная передача запросов. В соответствие с дисциплиной обслуживания ошибки в позициях кадра протокола обмена могут изменить длительность процесса обслуживания, что приводит к задержкам передачи информации и реакции системы на запросы. Моделирование протокола обслуживания запросов позволяет получить минимальную длительность периода опроса $T_{ПО}$ для заданной интенсивности сообщений λ_C . При этом минимальное значение $T_{ПО}$ при заданном λ_C соответствует такой длительности опроса, при котором все события своевременно передаются и обслуживаются, т.е. вероятность потерь равна нулю (рис. 5).

Таким образом, совместное моделирование протокола обслуживания и источников ошибок позволяет оценить помехоустойчивость протокола обслуживания в различных режимах и эффективность различных методов помехоустойчивого кодирования.

Литература

1. Сазонов Э.С., Падерин А.И., Чье Ен Ун. Современное состояние и основные направления развития систем Fieldbus // Методы и средства обработки информации : сб. науч. трудов НИИ КТ. – Хабаровск: Хабар. гос. техн. ун-т, – 1999. – Вып.7. – С.74-82.
2. Чье Ен Ун, Симаков С.Р., Падерин А.И. Мультиплексные моноканалы с совмещенной передачей данных и энергии питания для распределенных информационно-измерительных систем / Под ред. Чье Ен Уна. –Хабаровск: Хабар. гос. техн. ун-т, 1995. – 243 с.
3. Блох Э.Л., Попов О.В., Турин В.Я. Модели источника ошибок в каналах передачи цифровой информации. – М.: Связь, 1971. – 312 с.
4. Paderin A.I., Chye En Un. The Computer Simulation of the Communication System that Combines Data and Power Down a Common Twisted Wire Pair //The Sixth International Symposium on Actual Problems of the Scientific and Technological Progress of the Far Eastern Region. June 12-15. – Harbin: Harbin Institute of Technology, 2000. – P. 81-83.