

**В.И. Фрейман, В.А. Савиных**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

## **ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С МНОГОКРАТНЫМ ПОВТОРЕНИЕМ И ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ MATLAB**

*Рассматриваются принципы реализации многократного повторения и обратной связи как структурных методов повышения помехоустойчивости в системах передачи данных. Предлагаются структура и методика выполнения лабораторной работы по изучению указанных вопросов.*

Для обеспечения помехоустойчивости (высокой достоверности передачи данных на фоне действия помех в канале связи) реализуются два основных подхода [1].

Первый подход основан на применении помехоустойчивого кодирования с исправлением ошибок, а также методов многократного повторения сообщений с последующим накоплением и мажоритарным принятием решения в однонаправленных каналах связи. Они характеризуются наличием только двух событий для получателя – правильная передача и трансформация (прием неотправленного, а другого, тоже рабочего) сообщения.

Второй подход основан на применении обратной связи (ОС) для управления потоком информации. При этом в каналах связи используются помехоустойчивые коды, обнаруживающие ошибки, а правильная передача обеспечивается перезапросом сообщения, в котором ошибка обнаружена и зафиксирована. Такой подход применяется в двунаправленных каналах связи.

На рис. 1 приведена классификация систем передачи данных по критерию применения в них методов повышения достоверности передачи цифровой информации.

В системах, использующих для передачи по каналам связи избыточные (первичные) коды, трансформация сообщения происходит

в результате возникновения ошибки любой кратности. Этот способ дает наихудшие показатели достоверности, но максимальную скорость передачи информации.

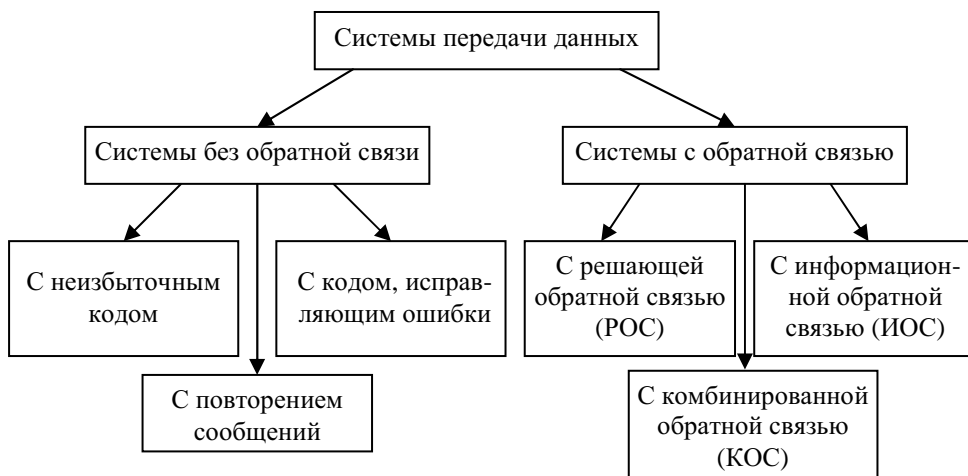


Рис. 1. Классификация систем передачи данных

В системах с применением для передачи по каналам связи кодов, исправляющих ошибки, трансформация сообщения происходит только в случае, когда кратность ошибки превышает корректирующую способность. Способность кодов исправлять ошибки позволяет значительно увеличить достоверность, характеризуемую вероятностью правильной передачи сообщения, однако снижает скорость передачи за счет использования большого количества дополнительных (избыточных) символов.

Многократное повторение является наиболее простым с точки зрения реализации способом повышения достоверности передачи информации. При использовании данного способа за истинное сообщение принимается то, которое имеет наибольшее число совпадений при повторении, например, более половины. Трансформация сообщения возникает в том случае, когда в большинстве повторений происходят одинаковые ошибки (в одних и тех же разрядах), что маловероятно. При этом указанный способ имеет значительную фиксированную избыточность и, как следствие, ограниченное применение.

Для описанных выше методов повышения достоверности характерно значительное снижение пропускной способности за счет введения фиксированной, заранее рассчитанной избыточности. Ука-

занного недостатка в известной мере лишены системы с обратной связью. Пропускная способность таких систем напрямую зависит от состояния канала связи (статистики возникновения ошибок). При увеличении количества ошибок в канале увеличивается количество повторно переданных сообщений, что приводит к уменьшению скорости передачи и пропускной способности, а следовательно, к увеличению избыточности. При уменьшении количества ошибок в канале связи большинство сообщений передается однократно (без ошибок), поэтому скорость передачи и пропускная способность системы растут, а избыточность уменьшается.

Современные системы передачи данных в большинстве своем имеют двунаправленные каналы связи между сетевыми элементами (на физическом и/или на логическом уровне взаимодействия). Поэтому применение обратной связи является достаточно эффективным и широко используемым способом повышения достоверности передачи информации.

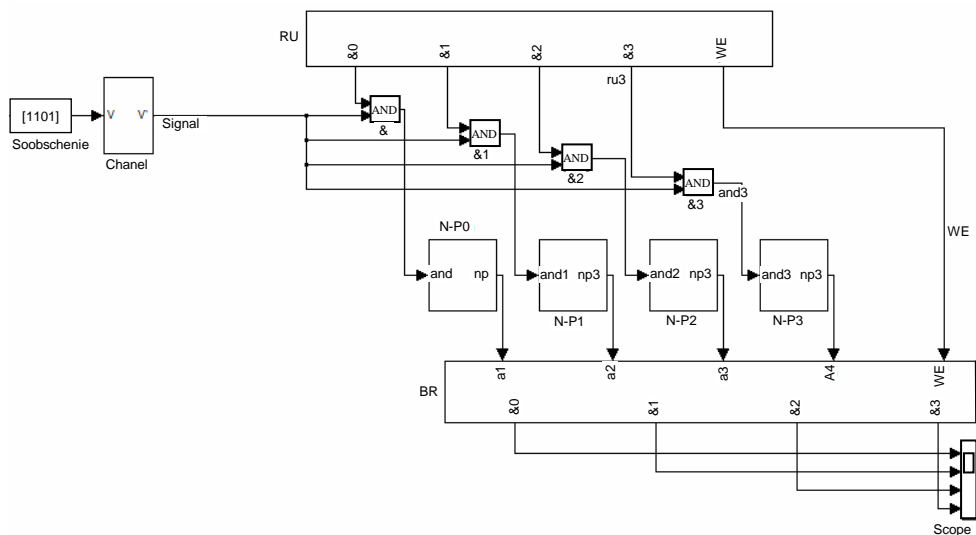


Рис. 2. Модель системы передачи с повторением сообщений

Структурные методы повышения помехоустойчивости изучаются студентами в рамках дисциплин, связанных с рассмотрением общих принципов обмена информацией по сетям передачи данных. Однако до настоящего времени в учебный процесс не были внедрены лабораторные работы по исследованию указанных вопросов. Разработке лабораторного

практикума по изучению структурных методов повышения помехоустойчивости и посвящена данная работа. Лабораторный практикум пока предусматривает две работы: изучение систем с многократным повторением и систем с решающей обратной связью и ожиданием (РОС–ОЖ).

В качестве инструментальной среды для реализации лабораторных работ выбран пакет MatLab фирмы MathWorks и его расширение Simulink [2]. Он имеет широкие функциональные возможности и активно используется в лабораторных работах по различным дисциплинам.

Далее приведены модели системы с многократным повторением сообщений (рис. 2) и символов (рис. 3). Каждая модель состоит из модели источника сообщений, канала связи и декодера.

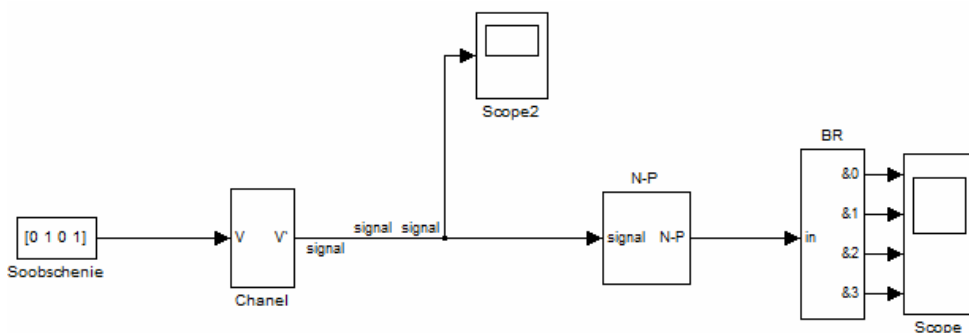


Рис. 3. Модель системы передачи с повторением символов

Общий вид модели системы передачи с РОС–ОЖ показан на рис. 4.

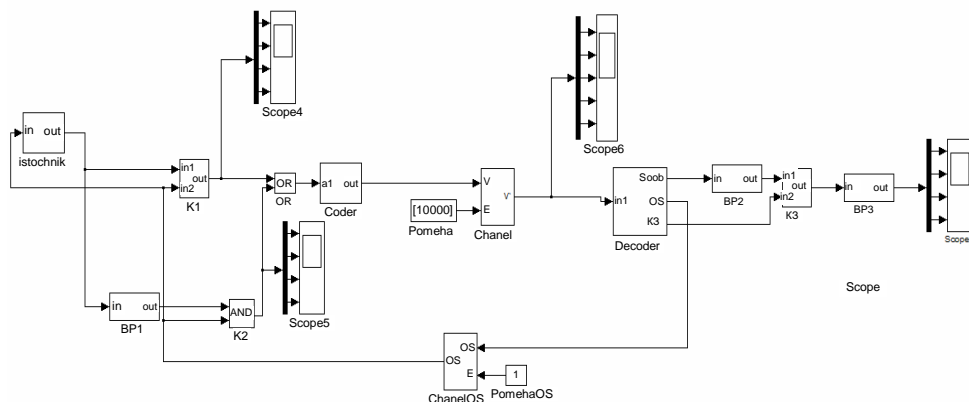


Рис. 4. Модель системы передачи с РОС–ОЖ

При выполнении лабораторных работ студенты должны познакомиться с принципами построения структурных схем и основных

элементов, промоделировать работу в режимах безошибочной передачи и ошибках различной кратности и расположения. Исследования проводятся как для модели канала связи с независимыми, так и с пакетизирующимися ошибками. Развитием данных работ может быть исследование статистических характеристик систем.

Внедрение в учебный процесс лабораторных работ по изучению многократного повторения и обратной связи позволит студентам закрепить теоретические знания по рассматриваемым вопросам, а также получить практические навыки моделирования и исследования в среде MatLab.

### **Библиографический список**

1. Кон Е.Л., Фрейман В.И. Теория электрической связи. Помехоустойчивая передача данных в информационно-вычислительных системах: модели, алгоритмы, структуры: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 312 с.

2. Поршнева С.В. MatLab 7. Основы работы и программирования: учебник. – М.: Бинوم: Лаборатория знаний, 2006. – 320 с.

Получено 05.09.2011