

Студ. А. В. Мартынюк  
Науч. рук. зав. кафедрой Н. В. Пацей  
(кафедра программной инженерии, БГТУ)

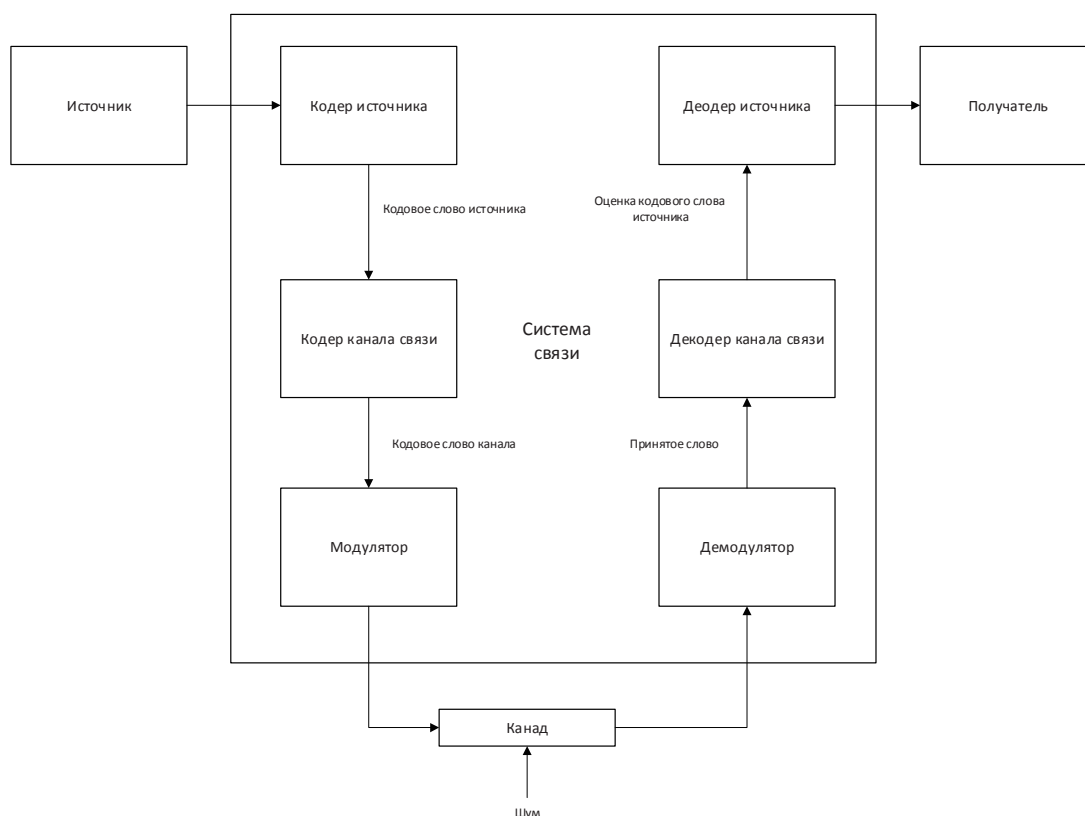
## **ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ КОДЕКИ НА ОСНОВЕ КАСКАДНЫХ СХЕМ КОДИРОВАНИЯ/ДЕКОДИРОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ОДИНОЧНЫМИ И МОДУЛЬНЫМИ ОШИБКАМИ**

На текущий момент существуют тенденции построения и эксплуатации распределённых информационных вычислительных систем для решения разного класса задач [1]. Для корректного функционирования распределённых приложений необходимы устойчивые и быстрые каналы связи. Современные каналы передачи данных достаточно быстры и защищены от помех, а дополнительное применение современных помехоустойчивых кодов позволяет свести на нет вероятность неправильной передачи информации. Помехоустойчивое кодирование решает две основные задачи: 1) повышение эффективности передачи данных, за счёт устранения избыточности данных в каналах, не содержащих помехи, 2) повышение вероятности правильного декодирования пакета в канале с помехами с минимальной дополнительной избыточностью. В контексте работы рассмотрим вторую задачу применения помехоустойчивых кодов. Целью научной работы является построение имитационной модели передачи информации по каналу с шумами с применением каскадного способа построения кодеков и выявление общих закономерностей и характеристик каскадных кодеков [2-4].

В ходе работы было разработано программное средство помехоустойчивого кодера на основе последовательной каскадной схемы. Для разработки использовалась платформа python 3. Программное средство поддерживает и позволяет применить в каскаде четыре вида кодеров (Хемминга, Циклический, Свёрточный, Фонтанный), а также задать их параметры. Общая схема эмуляции дискретного канала Мелентьев связи представлена на рисунке 1. Разработанная система поддерживает использование перемежителей после каждого составного кодера.

Программное обеспечение предоставляет четыре режима тестирования кодера:

- режим одиночного кодера, при одном уровне шума;
- режим одиночного кодера с изменяющимся спектром шумов;
- режим каскадного кодера, при одном уровне шума;
- режим каскадного кодера с изменяющимся спектром шумов.



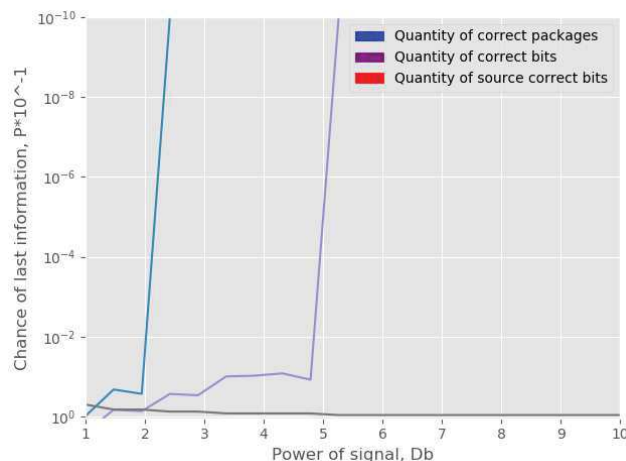
**Рисунок 1 – Структурная схема дискретной системы связи**

Результатом работы программы является статистика, собранная в ходе передачи данных по каналу связи и исправления ошибок. Фиксируется количество неповреждённых пакетов/бит информации, количество исправленных пакетов/бит информации, количество ошибочных и неисправленных пакетов/бит информации, а также качественные характеристики кодеров и всего кодека. После завершения цикла моделирования результаты работы записываются в базу данных PostgreSQL 5.3. Программное средство визуализирует полученные результаты в виде графика (рисунок 2). На графике отображаются отношение количества некорректных пакетов к их общему количеству, отношение количества неисправленных битов к их общему количеству, отношение количества повреждённых битов к их общему количеству (ось  $y$ ), при заданном уровне шума (ось  $x$ ).

В ходе работе было спроектировано и разработано программное средство, предоставляющее возможность эмуляции передачи данных по каналу с шумами при применении каскадного способа построения кодеров и выявления общих закономерностей и характеристик каскадных кодеров.

В результате проведения исследований выполнена модификация программной модели каскадной схемы. Разработаны скрипты прове-

дения автоматизированного тестирования. Выполнено тестирование модели для различных комбинаций составных кодов с перемежителями, длины пакетов, уровня шума в канале, типов ошибок (единичные, модульные и их комбинации).



**Рисунок 2 – Частота скорректированных пакетов/ошибок для разного уровня отношения сигнал/шум**

Дана оценка эффективности исправления модульных и единичных ошибок в каналах связи с использованием разработанной схемы адаптивного каскадного кодирования/декодирования. Разработаны рекомендации по практическому использованию схемы адаптивного каскадного кодирования/декодирования избыточных кодов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Блеймут Р. Б68 Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. Пер. с англ. — М.: Мир, 1986. — 567 с., ил. / Москва «МИР» 1986.
2. Мартынюк, А.В. Сверточные коды для исправления пакетов ошибок при помехоустойчивой передаче информации // 68-я НТК студентов и магистрантов: сб. науч. работ: в 4-х ч. 17-22 апреля 2017 г. — Минск: БГТУ, 2017. — Ч. 4. — С.169-171
3. Пацей, Н.В., Мартынюк А.В. Адаптивные помехоустойчивые кодеки на основе каскадных схем кодирования/ декодирования для беспроводных систем передачи информации // материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф «Управление информационными ресурсами», Минск, 20 декабря. 2017 г. / Акад. упр. при Президенте Республики Беларусь — Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2017 — с.186-188.
4. Мартынюк, А.В. Реализация программной модели каскадного кодека, ориентированного на исправление многократных модульных ошибок // 69-я НТК студентов и магистрантов: сб. науч. работ: в 4-х ч. 2-13 апреля 2018 г. — Минск: БГТУ, 2018. — Ч. 4. — С.358-359.