

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК И СТИРАНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

*О.Г. Смолякова, С.С. Куликов*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь, ollaniel@gmail.com, kulikov@bsuir.by*

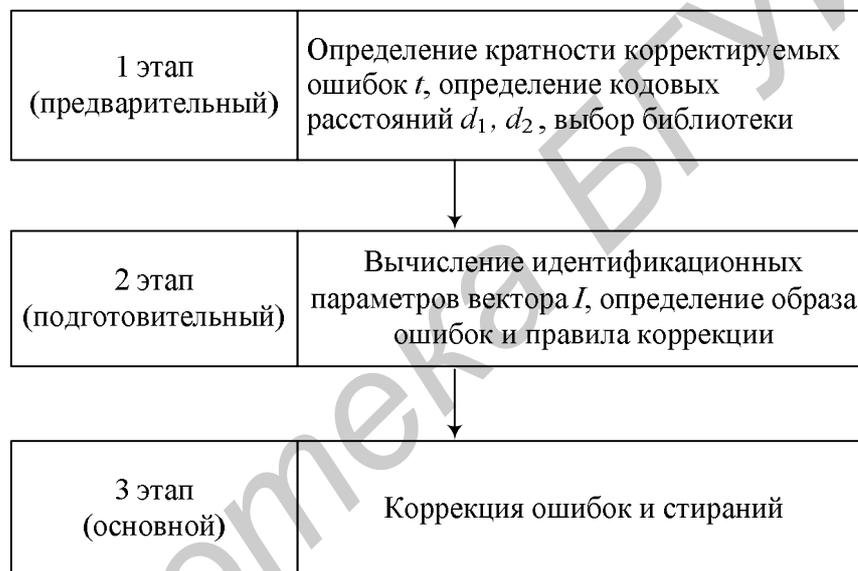
Abstract. Error protection of remote training data at storing and transferring stages is reviewed in this article. This paper also shows analysis of widespread coding methods lacks. The main point of this article is usage of two-dimensional coding error correction methods (with the fixed and superfluous parameters) in remote training systems.

Функционирование системы дистанционного обучения требуется организации работы соответствующей инфраструктуры. В настоящее время в дистанционном обучении находят применение практически все доступные телекоммуникационные сервисы (доски объявлений, электронная почта, электронные журналы, конференции Usenet, чат, рассылки и т.д.), базирующиеся на разнообразном оборудовании. С развитием дистанционного обучения возникает проблема выбора отказоустойчивых систем, предназначенных для хранения и передачи материалов и других сопутствующих данных. Одним из основных способов защиты данных от ошибок при хранении и передаче является кодирование информации. Наибольшее распространение получили системы кодирования на основе кодов Хэмминга, разнообразных циклических кодов, БЧХ-кодов, кодов Рида-Соломона, низкоплотных и сверточных кодов и других, позволяющих корректировать случайные и зависимые (модульные и пакетные) ошибки. Эти коды, как правило, обрабатываются на основе одномерных методов коррекции ошибок. Однако при этом используются коды, исправляющие ошибки малой кратности. Это обусловлено высокими вычислительными затратами (как аппаратными, так и временными) на схемы коррекции, которые растут при увеличении кратности исправляемых ошибок из-за известной «проблемы селектора» (определения вектора ошибок по вычисленному синдрому).

Одним из требований к системам ДО является высокая скорость обмена информацией, минимизирующая время ожидания при обучении. Выполнение этого требования достигается различными путями: организацией канала связи с высокой пропускной способностью, зеркалированием данных и др. В большинстве случаев при обнаружении ошибок в принятом пакете, коррекция их не производится, а осуществляется повторная пересылка данных, что не всегда позволяет достичь высокой скорости обмена информацией. Отказ от исправления ошибок происходит в основном из-за «проблемы селектора», для устранения которой при коррекции многократных ошибок используется двумерное кодирование информации с применением итеративных, каскадных, турбо и других кодов. В этом случае кодируемую информацию представляют в виде таблиц, строки и столбцы которой кодируются двумя кодами  $C1$  и  $C2$ .

Разработанный метод библиотечного двумерного кодирования реализует наиболее затратные по времени операции по поиску вектора ошибок по синдрому на подготовительном этапе. Сущность метода библиотечной коррекции ошибок и стираний состоит в определении значений параметров, используемых для идентификации, поиске их в соответствующей библиотеке, определении образа ошибок, правила коррекции и дальнейшего исправления ошибок или отказа от коррекции. Метод библиотечной коррекции ошибок и стираний состоит в обработке

кодов произведения на трех этапах: предварительном, подготовительном и основном (собственно, когда происходит декодирование кодов  $C_1$ ,  $C_2$ ). На предварительном этапе происходит выбор кратности корректируемых ошибок  $t$ , определение кодов  $C_1$  и  $C_2$  и кодовых расстояний  $d_1$  и  $d_2$  соответственно, а также выбор или расчет соответствующей библиотеки, по которой будет происходить идентификация. На подготовительном этапе вычисляются значения идентификационного вектора  $I$ , по соответствующей библиотеке определяется образ ошибок (двумерное представление произошедшей ошибки) и правило его исправления, на третьем этапе осуществляется коррекция ошибок и/или стираний или происходит отказ от декодирования (рисунок 1). Количество сравнений для определения образа ошибок при применении библиотечного метода, во-первых, не зависит от длины кода, во-вторых, постоянно. Например, при  $t_2 = 5$  и  $d_1 = 6$ ,  $d_2 = 3; 4; 5; 6$  число сравнений равно 28; для сравнения при синдромном декодировании для коррекции пятикратной ошибки при длине кода  $n = 31$  необходимо сравнение с 169 911 синдромами, а при  $n = 1 023$  уже с 9 245 818 873 599.



**Рисунок 1** – Структурная схема метода библиотечной коррекции ошибок и стираний

Методы коррекции ошибок и стираний при двумерном кодировании информации с фиксированными ( $d_2 = 2$ ) и избыточными ( $d_2 > 2$ ) параметрами, основанные на библиотечном методе, позволяют выбрать допустимый процент отказов от коррекции или, увеличив избыточность, определить все ошибки как корректируемые. Применение метода библиотечной коррекции ошибок и стираний для систем дистанционного обучения позволит повысить надежность таких систем за счет возможности быстрой коррекции многократных ошибок.

#### *Литература*

1. Смолякова, О.Г. Коррекция ошибок и стираний при двумерном кодировании информации: дис. канд. техн. наук 05.13.13: защищена 04.04.2010 / Смолякова Ольга Георгиевна ; БГУИР – Минск, 2009. – 187 с.