

Кодовая защита от ошибок устройств хранения, обработки и передачи информации

А.А. Павлов, филиал Военной академии Ракетных войск стратегического назначения (РВСН) им. Петра Великого (г. Серпухов), профессор, д.т.н.; Pavlov_jif@mail.ru

А.Н. Царьков, АНО «Институт инженерной физики», председатель правления, профессор, д.т.н.; info@iifrf.ru

А.А. Коробков, АНО «Институт инженерной физики», начальник научно-методического управления, доцент, к.т.н.; aakorobkov@iifmail.ru

Ф.А. Павлов, филиал Военной академии РВСН им. Петра Великого (г. Серпухов), научный сотрудник; Pavlov_jif@mail.ru

УДК 004.052.2

DOI: 10.34832/ELSV.2026.78.4.009

Аннотация. Проведены исследования эффективности использования кода Хемминга для построения самовосстанавливаемых сбоеустойчивых специализированных ЭВМ повышенной достоверности функционирования. Сформулированы правила построения алгебраического линейного кода для обнаружения ошибок при выполнении арифметических операций, что позволяет повысить достоверность функционирования процессора и обеспечить его сбоеустойчивость (повторное считывание информации при обнаружении ошибок); а также для коррекции одиночных ошибок и обнаружения двойных ошибок при выполнении логических операций (сдвиг вправо, сдвиг влево, И, ИЛИ, НЕ, суммирование по mod 2).

Ключевые слова: алгебраический линейный код, одиночная ошибка, двойная ошибка, синдром ошибки, самовосстанавливаемость, сбоеустойчивость.

Для цитирования: Павлов, А.А. Кодовая защита от ошибок устройств хранения, обработки и передачи информации / А.А. Павлов, А.Н. Царьков, А.А. Коробков, Ф.А. Павлов // Электросвязь. – 2026. – № 3. – С. 93-104.

ВВЕДЕНИЕ

Телекоммуникационные системы включают в свой состав различные каналы и линии связи в виде устройств, систем или сетей для единичного, группового, регионального и глобального информационного обмена [1].

Одним из основных требований, предъявляемым к современным телекоммуникационным системам является обеспечение достоверного обмена информацией по каналам передачи данных [2, 3].

Несмотря на все усилия производителей телекоммуникационных систем, каналы передачи данных на сегодняшний день остаются далекими от совершенства. Кабельные и беспроводные линии передачи информации подвержены воздействию внешних помех, искажающих форму передаваемых сигналов и тем самым делающих невозможным однозначное распознавание информации на стороне приемника.

К внешним помехам относятся естественные помехи (грозовые разряды, космические лучи, электромагнитные поля и т.д.) и целенаправленные дестабилизирующие факторы.

Кроме этого, на работу телекоммуникационных систем оказывают влияние флуктуационные колебания, связанные с изменением температуры окружающей среды, величин нагрузки, электромагнитные наводки, изменение значений питающих напряжений.

Особое значение в телекоммуникационных системах составляют цифровые системы передачи данных различного назначения, включающие в свой состав специализированные ЭВМ (СЭВМ), предназначенные для координации работы функциональных устройств, обработки информации и контроля технического состояния систем [4, 5].

Достоверность передачи информации существенно зависит от надежности и способности СЭВМ противостоять дестабилизирующим факторам и отказам некоторых компонентов [6].

При разработке СЭВМ необходимо обеспечить их самовосстанавливаемость по отношению к ошибкам заданной кратности, а также сбоеустойчивость и достоверность функционирования при возникновении некорректируемых ошибок [7–9].

Наиболее характерными ошибками СЭВМ являются одиночные ошибки (70–80%) и двойные ошибки (до 20%) [10, 11].

Отказы, возникающие в ЭВМ, могут быть вызваны константными ошибками и ошибками сбойного характера [12–14].

Как правило, СЭВМ работают в реальном масштабе времени, поэтому средства обнаружения и исправления ошибок не должны оказывать существенного влияния на их быстродействие.

Для коррекции ошибок в СЭВМ широко используются корректирующие коды, при этом необходимо