

2 Форматы кадров

MCP2510 поддерживает стандартный кадр данных, расширенный кадр данных и кадры удалённого запроса данных (стандартный и расширенный) согласно спецификации CAN 2.0B.

2.1 Стандартный кадр данных



Рис. 2-1. Стандартный кадр данных

Стандартный кадр данных CAN представлен на Рис. 2-1. Как и все другие кадры, он начинается с бита начала кадра (*Start Of Frame - SOF*), который является "доминантным" битом и необходим для жёсткой синхронизации всех узлов.

За битом SOF следует поле арбитража, содержащее 12 битов: 11-битный идентификатор и бит удалённого запроса данных (*Remote Transmission Request - RTR*). С помощью бита RTR кадр данных (в котором RTR имеет значение "доминантный") отличается от кадра удаленного запроса (в котором RTR "рецессивный").

За полем арбитража следует поле управления, состоящее из шести битов. Первый бит этого поля – бит расширенного идентификатора (*Identifier Extension - IDE*), который для стандартного кадра должен иметь значение "доминантный". Следующий бит - это нулевой зарезервированный бит (*Reserved Bit Zero - R0*), который согласно протоколу CAN является "доминантным". Оставшиеся четыре бита поля управления представляют собой код длины данных (*Data Length Code - DLC*), обозначающий число байтов данных, содержащихся в сообщении.

После поля управления располагается поле данных, содержащее байты передаваемых данных, длина которого задаётся битами DLC (0 – 8 байтов).

Поле CRC, следующее за полем данных, используется для обнаружения ошибок передачи. Оно состоит из 15-битной последовательности CRC и следующего за ней "рецессивного" бита-разделителя CRC.

Последнее поле – двухбитное поле подтверждения (*acknowledgement - ACK*). В качестве бита вставки ACK передающий узел посылает "рецессивный" бит. Любой узел, принявший кадр без ошибок, подтверждает правильный приём ответной передачей в этом поле "доминантного" бита (независимо от того, настроен ли данный узел на обработку этого сообщения или нет). "Рецессивный" бит разделителя ACK завершает поле подтверждения, он не может быть перезаписан "доминантным" битом.

2.2 Расширенный кадр данных

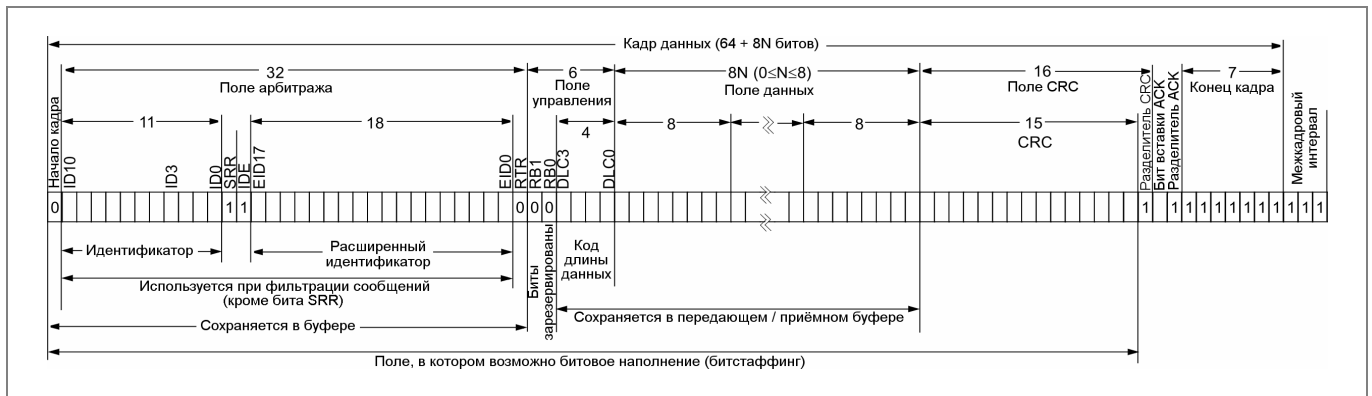


Рис. 2-2. Расширенный кадр данных

В расширенном кадре данных за битом SOF следует поле арбитража, состоящее из 32 битов (Рис. 2-2). Первые 11 битов – старшие биты 29-битного идентификатора (основной или стандартный идентификатор (*Base-ID*)). Далее следует бит-заменитель удалённого запроса (*Substitute Remote Request - SRR*), имеющий значение "рецессивный". За битом SRR следует бит IDE, который является "рецессивным" и обозначает расширенный кадр.

Следует заметить, что если арбитраж остаётся неразрешимым после передачи первых 11 битов идентификатора, и один из узлов, вовлечённых в арбитраж, передаёт стандартный кадр (с 11-битным идентификатором), то стандартный кадр выиграет арбитраж из-за установки "доминантного" бита IDE. По той же причине бит SRR в расширенном кадре тоже должен иметь значение "рецессивный", чтобы узел, передающий стандартный кадр удалённого запроса, мог установить "доминантный" бит RTR.

За битами SRR и IDE следуют оставшиеся 18 битов идентификатора (расширенный идентификатор (*Extended ID*)) и бит удалённого запроса передачи (RTR). Такое разделение идентификатора на две части (старшую и младшую) обусловлено необходимостью расположения бита IDE в одной и той же позиции и для стандартных, и для расширенных кадров, чтобы узлы в пределах одной сети могли передавать оба типа кадров.

За полем арбитража следует 6-битное поле управления. Первые два бита зарезервированы и являются "доминантными". Оставшиеся четыре бита представляют собой код длины данных DLC, обозначающий число байтов данных, содержащихся в сообщении.

Оставшаяся часть кадра (поле данных, поле CRC, поле подтверждения, конец кадра и межкадровый интервал) построены таким же образом, как в стандартном кадре данных (см. Раздел 2.1).

2.3 Кадр удалённого запроса данных

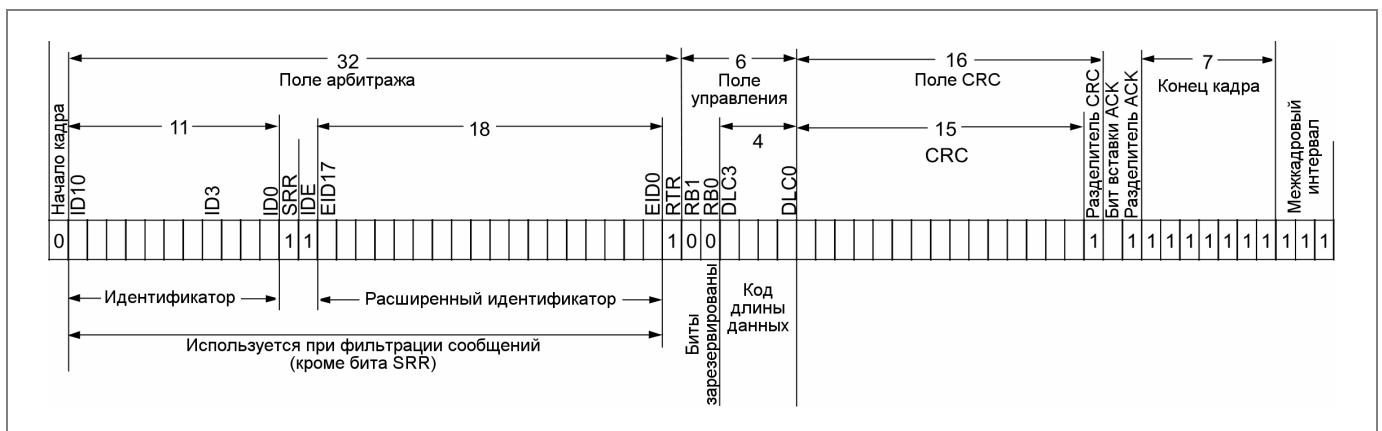


Рис. 2-3. Кадр удалённого запроса данных (с расширенным идентификатором)

Обычно передача данных выполняется узлом-источником самостоятельно (например, датчик выдаёт кадр данных). Однако для узла-получателя имеется возможность запросить кадр данных у узла-источника. Для этого узел-получатель посылает кадр удалённого запроса с идентификатором, который соответствует идентификатору запрашиваемого кадра данных. В ответ на этот кадр удалённого запроса соответствующий узел-источник передаст кадр данных.

Существует два различия между кадром удалённого запроса (показанным на **Рис. 2-3**) и кадром данных. Первое отличие кадра запроса состоит в том, что бит RTR имеет значение "рецессивный", а второе – в отсутствии поля данных. В случае, когда одновременно передаются кадр данных и кадр удалённого запроса с одинаковыми идентификаторами, кадр данных выигрывает арбитраж из-за "доминантного" бита RTR.

2.4 Кадр ошибки

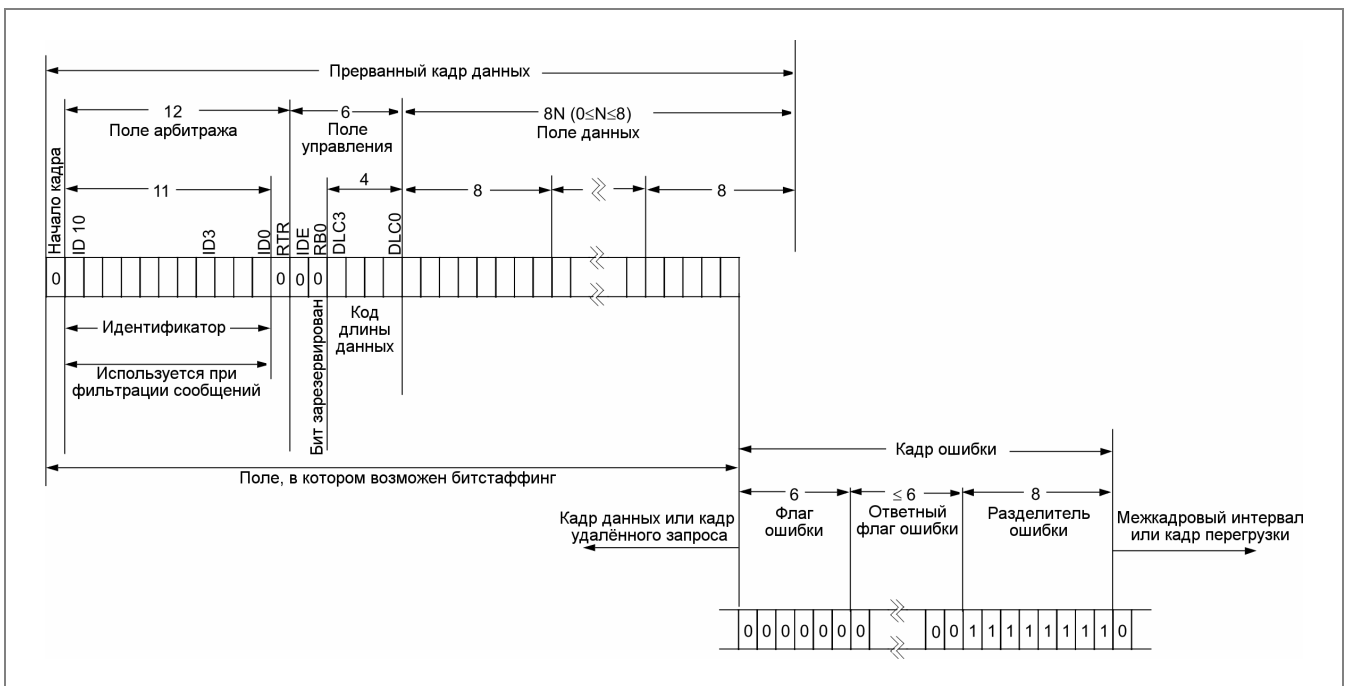


Рис. 2-4. Кадр ошибки

Кадр ошибки генерируется узлом, обнаружившим на шине ошибку. Кадр ошибки, показанный на **Рис. 2-4**, состоит из двух полей – поля флага ошибки и следующего за ним поля разделителя ошибки. Существует два типа флага ошибки, выдаваемые в зависимости от состояния узла, обнаружившего ошибку и сгенерировавшего кадр ошибки.

Если ошибку на шине обнаруживает узел, находящийся в состоянии активной ошибки, он прерывает передачу текущего сообщения, генерируя активный флаг ошибки. Этот флаг представляет собой последовательность из шести "доминантных" битов, которая нарушает правило битового наполнения (битстаффинга). Все остальные узлы распознают возникшую в итоге ошибку битстаффинга и тоже начинают генерировать кадры ошибок, называемые ответными флагами ошибки (*error echo flags*). Поэтому в сумме поле флага ошибки включает от шести до двенадцати последовательных "доминантных" битов (генерируемых одним или несколькими узлами). Поле разделителя ошибки завершает кадр ошибки. После завершения кадра ошибки, шина возвращается в нормальное состояние, и прерванный узел пытается повторить передачу разрушенного сообщения.

Если ошибку на шине обнаруживает узел, находящийся в состоянии пассивной ошибки, он передаёт пассивный флаг ошибки и следующее за ним поле разделителя ошибки. Пассивный флаг ошибки состоит из шести последовательных "рецессивных" битов, а сам кадр ошибки в целом состоит из 14 "рецессивных" битов. Из этого следует, что если ошибка шины обнаружена не передающим узлом, передача кадра пассивной ошибки не окажет воздействия на другие узлы сети. Если флаг пассивной

ошибки генерирует передающий узел, тогда это заставит остальные узлы генерировать кадры ошибок из-за нарушения битстаффинга. После передачи кадра ошибки, узел, находящийся в состоянии пассивной ошибки, должен ждать появления на шине шести последовательных "рецессивных" битов перед попыткой восстановления связи с шиной.

Разделитель ошибки состоит из восьми "рецессивных" битов и позволяет узлам полностью восстановить связь с шиной после произошедшей ошибки.

2.5 Кадр перегрузки

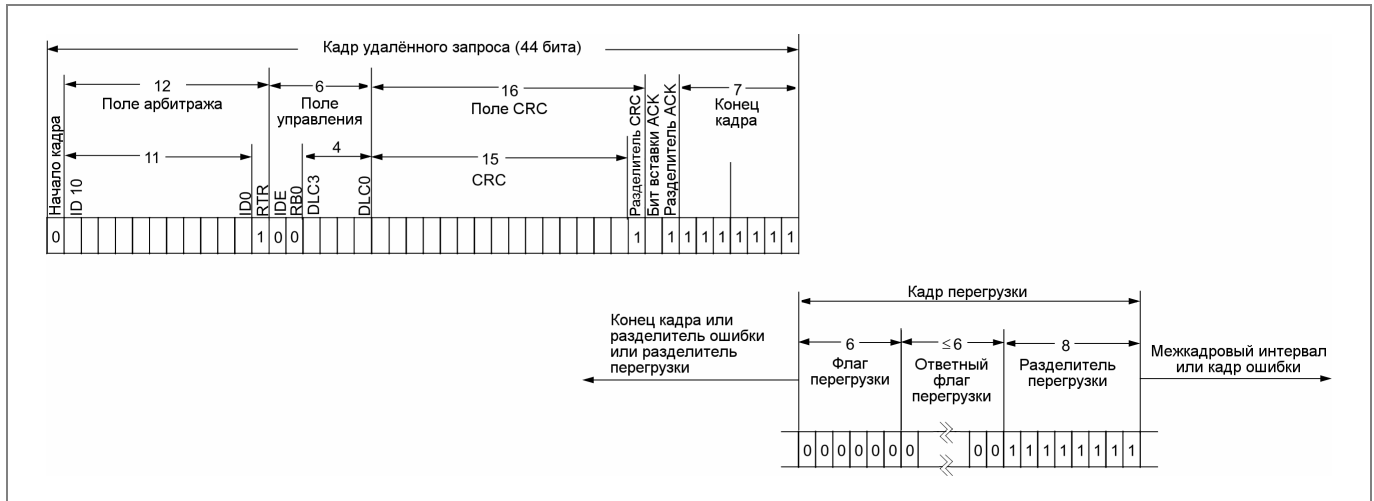


Рис. 2-5. Кадр перегрузки

Кадр перегрузки, показанный на **Рис. 2-5**, имеет такой же формат, как и кадр активной ошибки, однако он может генерироваться только во время межкадрового интервала. Так кадр перегрузки можно отличить от кадра ошибки (кадр ошибки выдаётся во время передачи сообщения).

Кадр перегрузки состоит из двух полей: флага перегрузки и разделителя перегрузки. Флаг перегрузки состоит из шести "доминантных" битов, за которыми следуют ответные флаги перегрузки, генерируемые другими узлами (как и для флага ошибки, максимальная суммарная длина флага перегрузки составляет 12 "доминантных" битов). Разделитель перегрузки состоит из восьми "рецессивных" битов.

Кадр перегрузки может генерироваться узлом в результате двух условий:

- 1) Узел обнаруживает "доминантный" бит во время межкадрового интервала, что является запрещённым условием.
- 2) Из-за внутренних условий узел пока не в состоянии начать приём следующего сообщения. Узел может сгенерировать максимум два последовательных кадра перегрузки, чтобы задержать передачу следующего сообщения.

2.6 Межкадровый интервал

Межкадровый интервал отделяет предыдущий кадр (любого типа) от следующего кадра данных или удалённого запроса. Межкадровое пространство состоит из минимум трёх "рецессивных" битов, называемых перерывом (*Intermission*). Он необходим, чтобы у узлов было время для внутренней обработки данных перед началом следующего кадра. После перерыва линия шины остаётся в рецессивном состоянии (шина свободна), пока не начнётся передача следующего сообщения.