

## СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»

УДК 004.732, 004.728.3.057.4

### МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ КОЛЛИЗИЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Алейникова Д.И., студентка гр. 961402

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Белоусова Е.С. – канд. техн. наук

**Аннотация.** В работе описано понятие коллизии, ее разновидности и причины возникновения при передаче данных в сети. Подробно изучены методы ликвидации коллизий CSMA/CD и CSMA/CA, их особенности и основные отличия. Проведен анализ использования протокола MACA в беспроводных сетях передачи данных для решения проблемы скрытой и засвеченной станций в беспроводных сетях.

**Ключевые слова.** Беспроводные сети, коллизии, ошибки при передаче данных, CSMA/CD, CSMA/CA, MACA.

Коллизия – столкновение данных, передаваемых в разделяемой среде передачи, приводящее к потере или искажению этих данных. Существует три разновидности коллизий: на дальнем конце (в среде передачи), на ближнем конце (в сетевой карте устройства), в активном оборудовании (перегрузка входящими данными коммутаторов/концентраторов). Наиболее распространены коллизии на дальнем конце. Они возникают, когда несколько устройств передают данные по каналу одновременно или одно из них начинает передачу раньше другого, но сигнал первого еще не успел достигнуть второго, который также начинает передавать данные. Как следствие, сигналы накладываются друг на друга и становятся недоступными для декодирования принимающим устройством. Для ликвидации такого вида коллизий был разработан метод множественного доступа с контролем несущей (CSMA, Carrier-sense multiple access). Существует две разновидности данного метода: с обнаружением коллизий (CSMA/CD, Carrier-sense Multiple Access with Collision Detection) и с предотвращением коллизий (CSMA/CA, Carrier-sense Multiple Access with Collision Avoidance).

Метод CSMA/CD применим в сетях, построенных с использованием сетевых кабелей. Обеспечивает использование канала передачи только одним устройством в определенный момент времени. Это достигается тем, что отправитель передает данные только тогда, когда среда передачи свободна. Чтобы определить состояние среды, устройство прослушивает ее на наличие основной гармоника сигнала, несущей частоты. Если несущая частота сигнала не была обнаружена, отправитель передает данные по каналу. В это же время он проверяет, не появилась ли коллизия. Для этого передача и прием сигнала с данными происходят одновременно. Если принимаемый сигнал отличается от передаваемого, значит произошла коллизия. После успешного завершения передачи данных канал освобождается, и другие устройства конкурируют между собой, чтобы как можно быстрее занять его для передачи своих сигналов.

Если же отправитель обнаруживает коллизия, он прекращает передачу данных и отправляет в канал Jam-последовательность, усиливая искажение сигнала. Таким образом, все устройства узнают о произошедшей коллизии и прекращают отправку данных на некоторое время. Этот временной интервал называется интервалом простоя ( $T$ ) и рассчитывается по формуле:

$$T = L \cdot B, \quad (1)$$

где  $B$  – время между появлением двух последовательных битов данных, обычно используется 512 битовых интервалов;

$L$  – выбирается случайно из диапазона  $[0, 2^n - 1]$ , где  $n$  – номер попытки опправки данных.

Следовательно, у устройств разное значение времени простоя. Первым отправлять сигнал начнет устройство с меньшим значением этого параметра. Если же значение простоя совпало, предпринимается следующая попытка отправки с выбором нового значения  $L$ , уже из большего диапазона. После 10-ой попытки диапазон перестает увеличиваться, а после 16-ой – среда считается неработоспособной.

Метод CSMA/CD эффективен в сетях с небольшим количеством компьютеров или при низкой нагрузке в среде. Так как это влияет на значение  $L$ , а чем оно выше, тем больше длительность простоя и ниже скорость передачи данных.

Метод CSMA/CA разработан для беспроводных сетей, в отличие от CSMA/CD вместо обнаружения коллизий происходит их предотвращение. Это обусловлено особенностями среды передачи. В беспроводных сетях вероятность возникновения коллизии выше, чем в проводной; мощность передаваемого сигнала выше, чем принимаемого. Также существует проблема скрытой и засвеченной станций. Направление в канал Jam-последовательности нежелательно, чтобы не перегружать среду радиосигналами. Для обнаружения коллизии используется подтверждение получения данных. Если подтверждение не было получено, значит, произошла коллизия.

В методе CSMA/CA, как и в CSMA/CD, отправитель сначала прослушивает канал на наличие основной гармоник сигнала. При ее отсутствии он направляет в среду передачи сигнал с данными. После успешной передачи данных у каждого устройства случайным образом генерируется свое число так называемых слотов ожидания – время «молчания». Слоты необходимы для предотвращения последующей конкуренции за среду передачи. Следовательно, первым передавать данные начнет устройство с наименьшим числом слотов ожидания. В отличие от CSMA/CD, устройства не конкурируют между собой, а «пропускают» друг друга передавать данные.

Таким образом, метод CSMA/CA позволяет ликвидировать возникновение коллизии в беспроводных сетях. Однако вместе с этим возникают проблемы скрытой и засвеченной станций (рисунки 1 и 2).

Скрытая станция подразумевает, что при одновременном намерении двух устройств передавать данные третьему, они находятся в таких областях распространения радиоволн, в которых не могут зафиксировать наличие в среде передачи основных гармоник сигналов друг друга. Следовательно, они передают данные одновременно и вызывают коллизию.

Засвеченная станция возникает, когда два устройства собираются передавать данные одновременно и они могут это сделать, но не делают, так как находятся в зоне видимости друг друга, следовательно фиксируют в канале несущие частоты друг друга, считая среду передачи непригодной для отправки сигнала с данными.

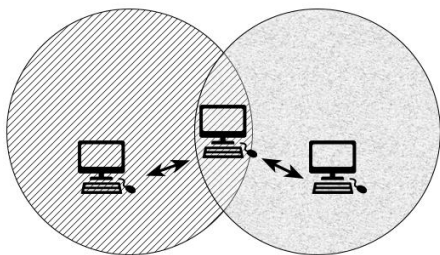


Рисунок 1 – Проблема скрытой станции

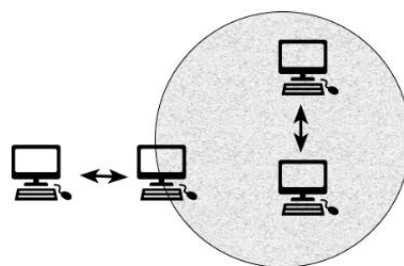


Рисунок 2 – Проблема засвеченной станции

Для решения этих проблем был разработан протокол множественного доступа с предотвращением коллизий (MACA). Суть протокола заключается в следующем: сначала устройство направляет в канал сообщение о своем намерении отправить сигнал с данными, в котором дополнительно указан размер этих данных. Получатель в ответ сообщает о своей готовности принимать данные. При скрытой станции устройство, отправившее намерение первым, получает ответ и передает свои данные, а второе устройство ответ не получает, ожидая своей очереди. При засвеченной станции оба отправителя получают ответ и передают данные одновременно, будучи уверенными, что коллизии не возникнет. Дополнительно все устройства одной сети могут узнать, сколько времени будет затрачено на передачу данных и подтверждения получения. Этот временной интервал соответствует времени «молчания», благодаря которому происходит предотвращение появления коллизий.

Таким образом, существует два метода ликвидации коллизий – CSMA/CD и CSMA/CA с поддержкой протокола MACA. CSMA/CD эффективен в небольших или малозагруженных проводных сетях, и его особенностью является обнаружение коллизий с использованием Jam-последовательности. CSMA/CA применяется в беспроводных сетях, и его особенностью является избегание коллизий с использованием слотов ожидания. Метод CSMA/CA можно оптимизировать, сочетая его с работой протокола MACA, решающего проблемы скрытой и засвеченной станций.

**Список использованных источников:**

1. EttreCAP manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=s-uDMX4X2jQ> – Дата доступа: 01.04.2021.
2. EttreCAP manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=9eWeUaHA\\_Us](https://www.youtube.com/watch?v=9eWeUaHA_Us) – Дата доступа: 01.04.2021.

UDC 004.732, 004.728.3.057.4

## **METHODS FOR COLLISIONS ELIMINATING DURING DATA TRANSFER IN WIRELESS NETWORKS**

*Aleinikova D.I., Student of the group 961402*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
Minsk, Republic of Belarus*

*Belousova E.S. – PhD*

**Annotation.** The paper describes the concept of collision, its types and causes of occurrence during data transmission in the network. Methods for eliminating collisions CSMA / CD and CSMA / CA, their features and main differences have been studied in detail. The analysis of the use of the MACA protocol in wireless data transmission networks is carried out to solve the problem of hidden and illuminated stations in wireless networks.

**Keywords.** Wireless networks, collisions, data transmission errors, CSMA/CD, CSMA/CA, MACA.