

УДК 621.33

Д.А.Кудряшов (6 курс, каф. РТиТК), И.А.Цикин, д.т.н., проф.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОЧАСТОТНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

В последнее время во многих сферах деятельности наблюдается тенденция широкого использования систем мониторинга удаленных объектов. В частности, они широко распространены в системах охранных сигнализаций. Для данных систем особенно важным является получение оперативной и достоверной информации. Существует два принципиально разных типа данных систем: использующие проводной канал связи (часто телефонный канал) и беспроводные, использующие радиоканал.

Проводные системы обычно работают по принципу запрос-ответ. В случае же беспроводных систем использование двух каналов связи экономически невыгодно, поэтому часто они строятся без обратного канала, когда центральная станция не посылает запросов объектовым устройствам. Станции объектовых устройств в том или ином порядке, часто независимо друг от друга, посылают сообщения для центральной станции.

Очевидно, что в таких системах должна существовать адресация объектовых устройств. Очень часто, по экономическим соображениям, передача всех станций ведется на одной рабочей частоте, и адресация закладывается в структуру передаваемого пакета.

Как и для любых систем передачи данных, в системах мониторинга удаленных объектов одной из основных является проблема искажения информации, передаваемой по каналам связи. В описанных выше системах, кроме искажений за счет влияния аддитивной флуктуационной помехи (шума), существенный вклад вносят искажения информации за счет возникающих коллизий, проявляющихся в перекрытии во времени излучаемых станциями информационных пакетов. При этом серьезную опасность представляют такие искажения, которые, несмотря на введенную в процессе кодирования сообщения избыточность, не обнаруживаются в процессе декодирования, т.е. приводят к возникновению трансформаций сообщения. При использовании систем мониторинга удаленных объектов такого рода ошибки могут привести к ложному восприятию как адресов объектов, так и самой информации об их состоянии.

Таким образом, при построении таких систем необходимо решать задачи снижения вероятности возникновения коллизий до допустимого уровня и снижение вероятности трансформаций, при заданной вероятности возникновения коллизий и заданном уровне шума.

Для решения данных задач на практике применяются различные методы введения избыточности. Данные методы направлены на обнаружение искажений или их обнаружение и исправление. В частности, широко используемым методом является отбрасывание (неприем) пакета в случае обнаружения искажений информации с последующим повторным запросом, что, к сожалению, невозможно реализовать в системах без обратного канала. В последнем случае необходимо обеспечить требуемую достоверность передачи информации путем исправления ошибок (корректирующий код) или иными способами, простейшим из которых является введение избыточности путем многократного повторения информационного пакета.

Использование корректирующих кодов традиционно считается более эффективным, однако при этом возникает серьезная проблема обеспечения требуемой синхронизации приема пакета в условиях возникновения коллизий, что резко снижает эффективность

помехоустойчивого кодирования. Поэтому, в данной ситуации предпочтительнее выглядит метод повторения информационного пакета.

Целью данной работы является повышение достоверности передачи сообщений в системах беспроводного мониторинга удаленных объектов без обратного канала методом параметрической оптимизации системы на основе статистического моделирования.

В ходе работы была реализована программная модель системы без обратного канала, а также процесса возникновения коллизий в данной системе. В качестве метода введения избыточности был выбран метод повторения пакетов.

Исходными данными являлись: длительность пакета ( $t_s$ ), интервал времени ( $T$ ), в пределах которого случайным образом выбирается момент излучения сообщения каждой (независимо друг от друга) из объектовых станций.

В качестве параметров модели выбраны:

- количество ( $N$ ) объектовых устройств;
- количество повторений ( $M$ ) каждого пакета в сообщении каждой из станций;
- интервал времени ( $t_r$ ), в пределах которого случайным образом выбирается момент излучения каждого из  $M-1$  пакетов при их  $M$  повторениях.

Результатом работы модели являлась вероятность искажения (коллизии) группы из  $M$  пакетов для хотя бы одной из  $N$  станций, причем искажение группы считается отсутствующим, если не подвержен коллизии хотя бы один из пакетов группы. Программно модель была реализована на языке C++.

На основе реализованной модели был проведен ряд статистических экспериментов и получены следующие результаты:

- зависимость вероятности искажения всей группы из  $M$  пакетов хотя бы одной из  $N$  станций от  $M$  при различных значениях  $N$  и  $T$ ;
- зависимость вероятности искажения всей группы из  $M$  пакетов хотя бы одной из  $N$  станций от  $M$  при различных значениях интервала  $t_r$ .

Данные зависимости позволяют выбрать параметры системы таким образом, чтобы вероятность коллизий была не выше заданной.

Так, для пакетов длительностью ( $t_s=150$  мс) при  $T = 3$  ч, для того чтобы обеспечить уровень вероятности искажения всей группы из  $M$  пакетов хотя бы одной из  $N$  станций ( $P_{N\_M}$ ) не выше  $10^{-3}$ , количество станций ( $N$ ) не должно превышать 200, и при этом число повторений пакета ( $M$ ) должно быть порядка 5-7.

В случаях, когда допустимым является значение вероятности  $P_{N\_M}$ , не превышающее порядка  $10^{-2}$ , количество станций может достигать 500 при  $M$ , равном 5-7. Либо, количество станций 200, но при этом пакет необходимо повторить хотя бы 3 раза ( $M=3$ ).

Результаты моделирования также показывают, что существенное влияние на вероятность  $P_{N\_M}$  оказывает значение интервала времени  $t_r$ . Так, в случае, когда значение  $t_r$  лежит в диапазоне от 1 с до 2 с при значениях  $t_s = 150$  мс и  $T = 3$  ч для 200 станций, уровень вероятности  $P_{N\_M}$  меньше  $10^{-3}$  достигается при  $M = 8 - 9$ . В случае же, когда  $t_r$  лежит в диапазоне от 1 с до 8 с, уровень вероятности  $P_{N\_M}$  меньше  $10^{-3}$  достигается при  $M = 3 - 4$ .