

А.Г. Шарко

О ПОДХОДАХ К РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ СВЯЗНОСТИ НЕПОЛНОСВЯЗНОГО КАНАЛА МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Шарко Александр Геннадьевич, окончил Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Инженер ОАО «Интелтех». Имеет статьи в области контроля качества передачи данных в каналах множественного доступа. [e-mail: sharko.fornal@gmail.com].

Аннотация

В статье рассмотрены способы восстановления связности для обеспечения нормального функционирования корреспондентов в канале множественного доступа, приведен анализ видов контроля и выбран подходящий для решения задачи восстановления связности вид контроля. Описан алгоритм работы и приведена функциональная схема устройства контроля связности канала множественного доступа.

Ключевые слова: канал множественного доступа, контроль связности канала множественного доступа, сети передачи данных.

При планировании и организации каналов множественного доступа (КМД) на базе УКВ-радиоканалов, используемых в региональной системе экологического мониторинга (РСЭМ), обычно предполагается, что они имеют полносвязную конфигурацию, а корреспонденты сети находятся в границах определенной зоны, обеспечивающей возможность их непосредственной связи в пределах прямой видимости.

Такой подход не учитывает воздействия реальных условий, в которых могут быть организованы такие КМД (например, увеличения дальности связи свыше расстояния прямой видимости, а также влияния рельефа местности в зоне обеспечения обмена данными). Между тем, они могут оказывать существенное влияние на вероятностно-временные характеристики (ВВХ) доведения сообщений и пропускную способность КМД. С этой точки зрения определенным интерес представляют исследования, связанные с оценкой пропускной способности и ВВХ доведения пакетов в КМД, имеющие неполносвязную динамически изменяющуюся структуру.

Проблема восстановления связности и обеспечения нормального функционирования корреспондентов в таких КМД может быть решена следующими способами [1]:

1. Введение в КМД направленной передачи сообщений с использованием процедур маршрутизации (что, в свою очередь, влечет за собой необходимость решения целого комплекса организационных и технических проблем и обуславливает реорганизацию КМД в пакетную радиосеть).

2. Введение в КМД ретранслятора (в частности, ретранслятора на летно-подъемных средствах).

Очевидно, что в условиях частых изменений состояния КМД (в смысле связности входящих в него корреспондентов) предпочтительнее второй вариант. Объясняется это тем, что в условиях частых изменений топологии КМД при использовании первого варианта потребуются частая корректировка маршрутно-адресной информации, возрастет интенсивность передачи служебной информации, что ограничит возможности КМД по обеспечению доведения оперативной информации в интересах РСЭМ. Что касается второго варианта, то любые изменения топологии КМД будут приводить к необходимости коррекции местоположения ретранслятора и, в худшем случае, к необходимости введения в структуру КМД еще одного или нескольких ретрансляторов (то есть проблема может быть решена без привлечения средств сетевого уровня, при этом время доведения информации до получателя будет меньшим, чем при передаче через несколько транзитных узлов).

Рассмотрим КМД, состоящий из N корреспондентов и ретранслятора на летно-подъемных средствах. Корреспонденты, непосредственно связанные между собой, осуществляют обмен данными на частоте f_i (то есть в основной полосе частот КМД) в соответствии с алгоритмом множественного доступа с контролем занятости (МДКЗ). Если корреспондент имеет пакет, который он должен довести до корреспондента, не имеющего возможности прямой связи с ним, то он осуществляет передачу данного пакета на частоте f_o доступа к ретранслятору на борту последнего, который в широкоэвещательном режиме передает данный пакет всем входящим в КМД корреспондентам на частоте f_i . Очевидно, что по причине нарушения полновязности КМД каждый из корреспондентов не будет иметь полной информации о занятости основного канала, поэтому квитирование по пакету, переданному по каналу доступа к ретранслятору на частоте f_o , должно осуществляться также на f_o . В таких условиях возможны конфликты различных видов, в частности, конфликты на участках «земля – борт» и «борт – земля», которые будут иметь особенности, отличающие их от конфликтов в полновязных КМД.

При нарушениях связности в полновязном КМД и восстановлении ее с применением ретрансляторов на летно-подъемных средствах возможны следующие варианты топологии:

1. Основная группа корреспондентов ($N-j$) продолжает функционировать в КМД с применением того же алгоритма (МДКЗ), j корреспондентов являются скрытыми для основной группы.

2. Структура полновязного КМД распадается на ряд (i) субканалов множественного доступа (СКМД) с малым количеством корреспондентов (n_i) в каждом

из них, СКМД являются скрытыми друг для друга, но внутри каждого из них используется тот же алгоритм (МДКЗ).

3. В структуре неполносвязного КМД имеют место и скрытые корреспонденты (j), и СКМД (i).

Очевидно, что вхождение скрытых корреспондентов в основной КМД или СКМД, а также обращение корреспондента из одного СКМД в другой через ретранслятор будет осуществляться в соответствии с алгоритмом неконтролируемого случайного множественного доступа (НСМД), поскольку отсутствует информация о состоянии других СКМД.

Если изменения связности КМД имеют эпизодический характер, то экономически более выгодно использование сетевых алгоритмов обеспечения доведения информации в неполносвязном КМД посредством введения в устройства управления передачей данных аппаратно-программных средств контроля связности КМД.

В настоящее время все большее распространение получает подход, при котором весь спектр контроля в электросвязи включает процедуры мониторинга, измерения, анализа и тестирования. При таком подходе все виды контроля можно рассматривать независимо от используемых процедур. Содержание этих понятий кратко приведено в таблице.

Таблица

Содержание основных понятий теории измерений

Понятие	Содержание понятия
Измерение	Нахождение значения физической величины (ФВ) опытным путем с помощью специальных технических средств, хранящих в явном или неявном виде единицу ФВ
Анализ	Метод исследования путем рассмотрения отдельных стадий, свойств и составных частей объекта или процесса с помощью специальных технических средств, осуществляющих измерения, с последующей обработкой полученных результатов по определенному правилу
Тестирование	Установление опытным путем соответствия между состояниями и свойствами объекта или процесса, находящегося под воздействием строго определенной ФВ (или величин), заданной согласно норме
Мониторинг	Распределенное в пространстве и / или во времени определение параметров объектов и процессов путем тестирования, анализа и измерений с централизованным получением результатов

Продолжение таблицы	
Понятие	Содержание понятия
Диагностика	Процесс установления соответствия состояний и свойств объекта или процесса заданной норме путем восприятия ФВ, сопоставления их с предварительно установленными значениями или совокупностями значений (масками) и последующим формированием суждения – вывода о месте и причине несоответствия норме
Контроль	Процесс установления соответствия состояний и свойств объекта или процесса заданной норме путем восприятия ФВ, сопоставления их с предварительно установленными значениями или совокупностями значений (масками) и последующим формированием суждения – вывода о соответствии или несоответствии контролируемого объекта или процесса требуемой норме

Диагностика и контроль близки, но не тождественны тестированию и мониторингу; диагностике и контролю подвергаются объекты или параметры процессов, результатом которых является качественная характеристика. Она формируется в виде вывода о нахождении объекта или процесса в норме или вне нормы, то есть исправен или неисправен, соответствует или не соответствует области пространства состояний, выраженной ФВ определенных размеров (или размера).

Процедуры диагностики и контроля по своей информационной сущности достаточно близки и включают ряд общих процедур, в том числе измерение, анализ и тестирование. Отличие заключается в постановке задачи и, как следствие, в выводах по результатам диагностики и контроля.

При контроле должен быть получен ответ на вопрос: соответствует или не соответствует контролируемый объект или процесс требуемой норме.

При диагностике должен быть сформулирован вывод о месте и причине несоответствия норме.

При долгосрочном контроле и диагностировании возможно формулирование заключения о развитии или исходе протекающих в объекте процессов, то есть прогнозирование или определение направления дальнейшего развития ситуации.

Различают прямой контроль, выполняемый в единицах контролируемой ФВ, и косвенный контроль, осуществляемый исходя из прямого контроля других величин, связанных с искомой величиной известной функциональной зависимостью. Оценка результата контроля в обоих случаях может быть дана в виде искомого значения соответствия установленным нормам или логической равнозначности заданной норме. При определении текущих значений параметров объекта контроля в установленных границах и оценки результата по принципу «годен – не годен» контроль называют допусковым, а при определении абсолютных или относительных значений параметров или их отклонений от установленных норм – количественным контролем.

Для проведения контроля с целью установления соответствия контролируемых параметров ожидаемым или допустимым значениям выполняются:

- настроенный контроль, проводимый при первоначальной настройке каналов и трактов для выявления соответствия настроенным нормам и характеризуемый строгой последовательностью, которая определяется взаимозависимостью работы оборудования;

- приемосдаточный контроль, заключающийся в проведении полного объема процедур измерений, анализа и тестирования на соответствие установочным нормам с отражением результатов в техническом паспорте;

- профилактический контроль, выполняемый в процессе эксплуатации системы передачи (СП) с целью проверки на соответствие эксплуатационным нормам;

- внеплановый контроль, являющийся составной частью ремонтно-восстановительных работ, в которые на заключительном этапе могут входить как настроенные, так и приемосдаточные измерения и тестирование.

Здесь первые два вида контроля нередко объединяются под общим названием – инсталляционный контроль, а последующие – эксплуатационный. При этом под настроенными и эксплуатационными нормами понимаются те значения параметров и характеристик СП, при которых она обеспечивает требуемое качество работы при запуске и последующей работе соответственно. Учитывая, что в процессе эксплуатации системы из-за влияния ряда дестабилизирующих факторов качество ее функционирования снижается, эксплуатационные нормы устанавливаются менее жесткими, чем установочные, и соответствуют удовлетворительному качеству связи в любое время между профилактическими настройками. Установочные нормы являются наиболее жесткими и определяются как минимальные отклонения параметров и характеристик оборудования, каналов и трактов СП от номинальных значений, регламентируемых соответствующими стандартами.

Инсталляционный и эксплуатационный контроль могут включать последовательность аттестационного контроля, контроля совместимости и контроля взаимодействия различных систем. Все они дают ответ на вопрос: соответствует ли оборудование необходимым рекомендациям по его характеристикам, совместимости и возможности взаимодействия. При этом необходимо учитывать, что некоторые рекомендации предусматривают выполнение контроля при определенных, в том числе критических условиях работы, а также контроля с целью установления границ этих условий. В последнем случае имеет место стрессовый контроль, который, как правило, проводится с использованием средств контроля, моделирующих или имитирующих те или иные компоненты и процессы в сети.

По режиму выполнения контроля следует различать ручной, автоматизированный и автоматический режимы, проводимые соответственно только техническим персоналом, при частичном его участии и совсем без него.

В зависимости от режима работы оборудования СП контроль может осуществляться без остановки функционирования оборудования, с прерыванием функционирования и с прекращением некоторых функций оборудования.

При организации контроля само контролирующее оборудование может быть расположено непосредственно у объекта контроля или удалено от него на неко-

торое расстояние, поэтому следует различать локальный и дистанционный контроль. В общем случае проводят распределенный контроль, для которого необходимы средства измерения, анализа и тестирования, устанавливаемые в двух и более точках сети. При локализации представления результатов и управления процессом контроля его называют централизованным или мониторингом. Таким образом, особенность мониторинга заключается в сочетании распределенности средств контроля с сосредоточенностью управления процессом и получением результатов работы.

Если при контроле посредством тестирования применяют внешние воздействия с определенными характеристиками (например, сигналы генераторов той или иной формы и структуры), то такой контроль является активным. В противоположность ему пассивный контроль характеризуется отсутствием внешних воздействий и может осуществляться путем измерений и анализа ФВ. Как активный, так и пассивный контроль может проводиться непрерывно, периодически или в произвольные (случайно выбранные) моменты времени при подключении средств контроля в контролируемую цепь бесконтактным или контактным методом (с разрывом цепи или без него) с представлением результата в аналоговом, цифровом или графическом виде.

Так как контроль может выполняться для одной или множества ФВ и их параметров, различают элементарный и комплексный (многопараметрический) контроль. В первом случае следует различать контроль в области низких, радио- и сверхвысоких частот, а также в оптическом диапазоне длин волн, во втором – контроль электрических, электромагнитных и оптических величин.

Рассмотренные виды контроля могут выполняться для аналоговых, дискретных и логически структурированных величин, отличающихся мгновенными, средними и / или вероятностными характеристиками, одновременно или разновременно, с последовательной, параллельной или случайной выборкой значений.

Особенность контроля посредством тестирования заключается в зависимости характеристик результатов контроля от направления тестирования. Исходя из последнего обстоятельства, различают двусторонний (по схеме «точка – точка») и односторонний контроль. Характерной чертой последнего является использование методов, основанных на определении параметров объектов и процессов по отраженным сигналам или с помощью шлейфа.

В соответствии с необходимостью решения задачи восстановления связности в КМД и с учетом приведенной в [2] классификацией видов контроля (рис. 1) устройство контроля связности (УКС) КМД должно реализовать косвенный допусковый эксплуатационный распределенный автоматический пассивный непрерывный бесконтактный без остановки функционирования и с цифровой формой представления результатов контроль.

Эти требования являются основными и представляют собой подходы к разработке УКС КМД.

Алгоритм функционирования УКС КМД приведен на рисунке 2.

В исходном состоянии УКС КМД ведет непрерывный анализ занятости КМД, принимая и анализируя все передаваемые в канале пакеты. При этом всем

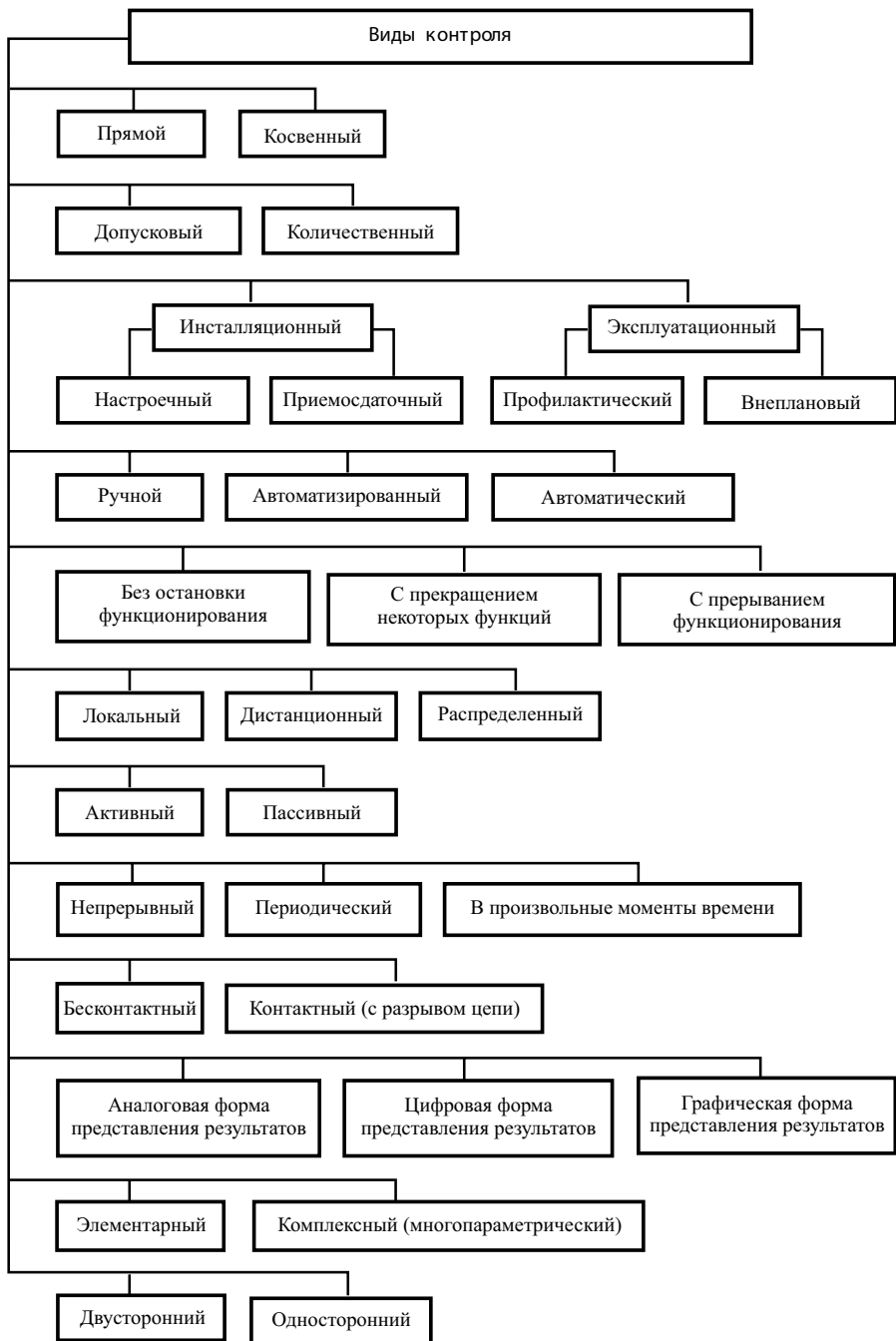


Рис. 1. Классификация видов контроля

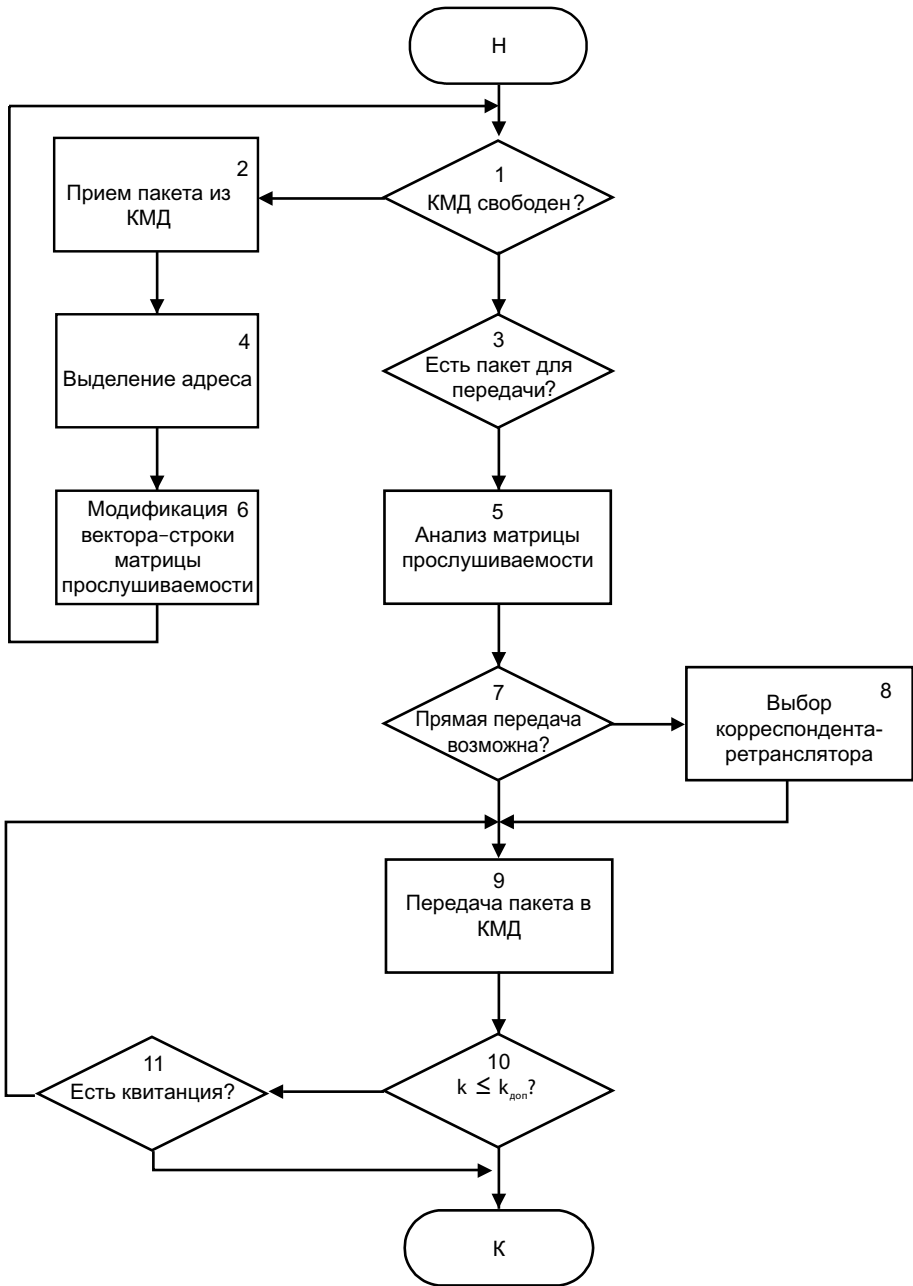


Рис. 2. Алгоритм функционирования УКС КМД

полученным адресам отправителей в векторе-строке матрицы прослушиваемости ставится в соответствие единица (тем самым подтверждается наличие прямой связи между соответствующей парой корреспондентов). В зависимости от степени динамичности КМД через определенный интервал времени вектор-строка подвергается модификации (для того, чтобы информация о связности в КМД не устаревала).

При необходимости передачи пакета данным корреспондентом по адресу получателя производится анализ наличия прямой связи. Если в матрице прослушиваемости адресу получателя соответствует единица, то устройство осуществляет несколько попыток передачи данного пакета до момента получения квитанции (подтверждения).

Если возможность прямой связи с выбранным корреспондентом отсутствует, то с помощью матрицы прослушиваемости выбирается первый транзитный корреспондент в маршруте минимальной длины, далее осуществляется несколько попыток передачи данного пакета до момента получения квитанции (подтверждения) от ближайшего транзитного узла. Пакет считается доведенным до получателя, если на него приходит сетевое подтверждение (квитанция) от конечного корреспондента.

Функциональная схема УКС КМД, реализующего описанный выше алгоритм, приведена на рисунке 3.

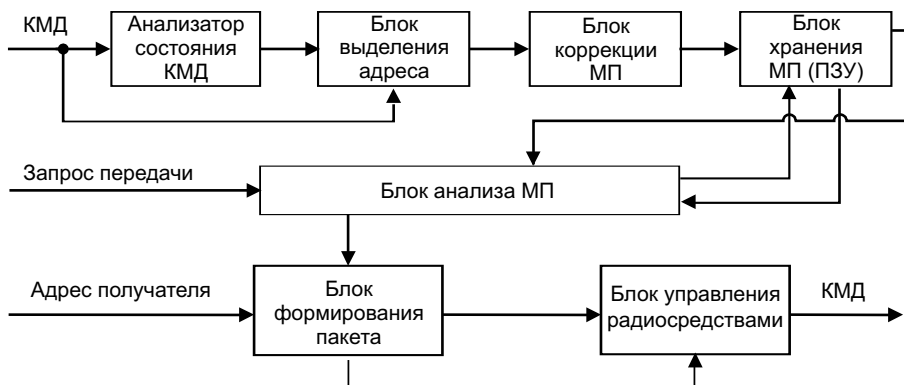


Рис. 3. Функциональная схема УКС КМД

Таким образом, определены подходы к разработке УКС неполносвязного КМД, описан алгоритм работы такого устройства и приведена его функциональная схема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вычислительные сети и сетевые протоколы / Д. Дэвис [и др.]. – М. : Мир, 1982. – 564 с.
2. Ганьжа Д., SMON, AMON и другие // Журнал сетевых решений. – 1998. № 12.