

Причины несовместимости DISEqC-коммутаторов и спутниковых приёмников DVB-S/S2

Александр Данилин (Брянская обл.)

При установке встроенных и автономных приёмников DVB-S/S2, используемых для просмотра спутниковых ТВ-каналов на компьютере и приёма данных при работе со спутниковым Интернетом, автор постоянно сталкивается с тем, что некоторые DISEqC-коммутаторы не подключают нужный конвертер по команде приёмника. В статье анализируется данная проблема и пути её решения.

ВВЕДЕНИЕ

Автор статьи занимается монтажом приёмных систем спутникового телевидения. В последние годы возник спрос на системы спутникового Интернета. Многие заказчики хотят совместить спутниковый Интернет и приём телевизионных каналов. Однако эти условия невозможно полноценно выполнить: на спутниках, транслирующих интересующие заказчика ТВ-каналы, не работают операторы спутникового Интернета, а на спутниках, с которых вещают операторы спутникового Интернета, отсутствуют ТВ-каналы. Поэтому необходимо принимать сигналы с разных спутников. Для этого устанавливается или несколько приёмных антенн, или несколько конвертеров на одну антенну, если спутники расположены на небольшом угловом расстоянии друг от друга. Но спутниковый приёмник может работать только с одним конвертером, – одновременная работа нескольких конвертеров невозможна. Поэтому для подключения соответствующего конвертера к приёмнику используется коммутатор.

Коммутатором необходимо управлять. Эта задача в разное время решалась каждым разработчиком самостоятельно, что приводило к несовместимости оборудования разных производителей. Наконец, компани-

ей Eutelsat был разработан стандарт DISEqC (Digital Satellite Equipment Control) для управления различным спутниковым оборудованием, который позволил унифицировать интерфейс коммутаторов.

СТРУКТУРА СТАНДАРТА DISEqC

Для управления коммутатором используется частотный метод: в сигнальный кабель, по которому также передаётся питание к конвертеру, подаются пакеты импульсов с частотой 22 кГц и амплитудой 650 мВ (± 250 мВ). При этом коммутатор должен надёжно распознавать сигнал с амплитудой 200...400 мВ и не реагировать на любые сигналы с амплитудой менее 100 мВ.

Биты информации кодируются пакетами импульсов различной длительности. Логической единице соответствует пакет в 500 мкс, а лог. 0 – пакет длительностью 1000 мкс, или 11 и 22 тактов частоты 22 кГц соответственно. Пауза между битами составляет 500 мкс (см. рис. 1). Каждый девятый бит в байте – бит чётности. Между байтами паузы нет. В командах количество байт может быть разным, но не менее трёх и не более шести. С развитием стандарта эти значения могут изменяться.

При передаче команды должны соблюдаться временные ограничения.

Важным требованием стандарта является соблюдение паузы перед началом передачи сообщения. Вторым ограничением является нестабильность частоты 22 кГц – стандарт допускает отклонение до 20%. Временная диаграмма стандарта DISEqC версии 1.0 показана на рисунке 2. Команда передаётся в определённой последовательности: если на момент передачи в кабеле присутствует сигнал 22 кГц, он прекращается, затем изменяется напряжение (при необходимости) и выдерживается пауза. После этого DISEqC-команда передаётся слитно и снова выдерживается пауза. Потом передаётся команда Tone Burst и (при необходимости) возобновляется передача сигнала 22 кГц.

На данный момент самыми распространёнными являются коммутаторы с четырьмя входами (DISEqC 1.0). Внешний вид коммутатора показан на рисунке 3. В каждом DISEqC-коммутаторе установлен микроконтроллер. Он обнаруживает модулированный сигнал 22 кГц, анализирует полученную цифровую последовательность и управляет исполнительными цепями. В промежутках между командами DISEqC-коммутатор сохраняет состояние, соответствующее последней полученной команде. Большинство производителей коммутаторов используют микроконтроллеры PIC компании Microchip, но в новейших приборах с поддержкой версии стандарта DISEqC 1.1 чаще используются микроконтроллеры AVR компании Atmel.

Для анализа причин несовместимости автор протестировал различные модели DISEqC-коммутаторов (протокол управления 1.0) с четырьмя входами. В роли генераторов DISEqC-команд вы-

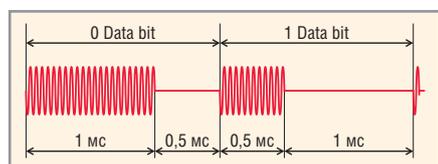


Рис. 1. Передача бита сообщения стандарта DISEqC

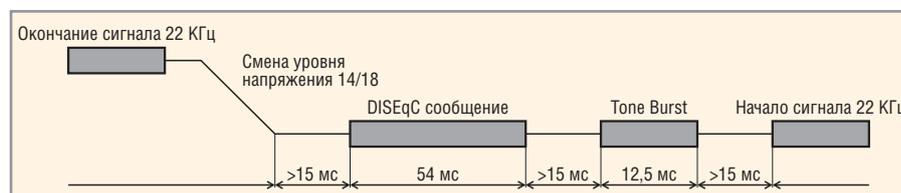


Рис. 2. Временная диаграмма DISEqC версии 1.0

ступали четыре популярных приёмника DVB-S/S2: три встроенных и один автономный.

СБОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Проблема заключается в «нежелании» DISEqC-коммутатора выполнять команды DVB-S/S2-приёмника и подключить к нему требуемый конвертер. Однако тот же самый коммутатор прекрасно работает при подключении к спутниковому ресиверу. Это вызывает сомнения в соответствии стандарту DISEqC-команд управления, выдаваемых приёмником DVB-S/S2.

Методом подключения всех имеющихся коммутаторов были найдены экземпляры, работающие как с ресивером, так и с DVB-S/S2-приёмником. Следовательно, некоторые коммутаторы каким-то образом принимали «неправильные» команды. Для всех имеющихся коммутаторов методом осмотра печатных плат были составлены принципиальные электрические схемы. Схемы коммутаторов оказались практически идентичны, а номиналы электронных компонентов отличались незначительно (см. рис. 4). Отличие было обнаружено в номинале одного резистора, – на рисунке 4 он помечен как R*. В коммутаторах, которые успешно работали и с ресиверами, и с DVB-S/S2-приёмниками, сопротивление этого резистора находилось в пределах 4,7...5,6 кОм; в остальных коммутаторах оно составляло около 22 кОм.

Для проведения детальной проверки был изготовлен испытательный стенд (см. рис. 5). На кабеле, идущем к конвертеру, был сделан отвод для подключения измерительной аппаратуры. В качестве осциллографа, самописца, логического анализатора и вольтметра использовался USB-осциллограф типа DISCO. В качестве тестового коммутатора использовался «универсальный» коммутатор, который успешно работал с ресиверами и DVB-S/S2-приёмниками.

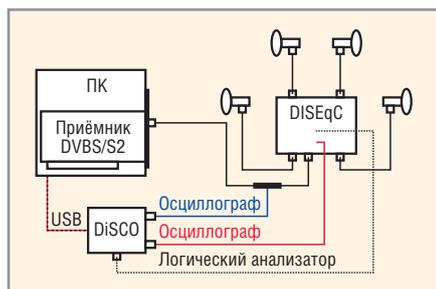


Рис. 5. Стенд для тестирования DISEqC-коммутатора и приёмника DVB-S/S2



Рис. 3. DISEqC-коммутатор на четыре входа (протокол управления 1.0)

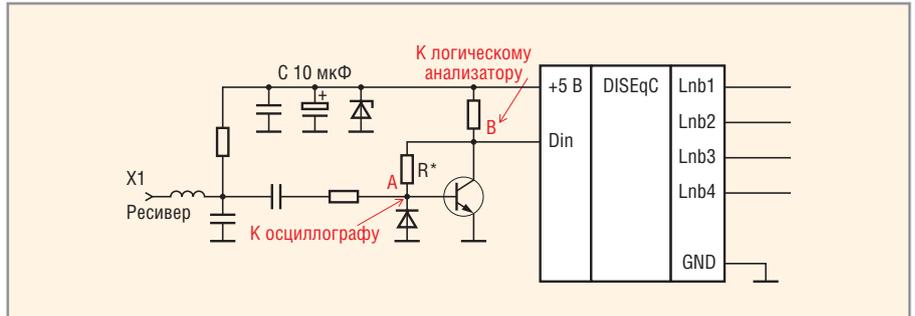


Рис. 4. Типовая схема DISEqC-коммутатора

Были сняты осциллограммы сигналов DVB-S/S2-приёмников. Все приёмники генерировали частоту 22 кГц в пределах стандарта (см. рис. 6). Два приёмника генерировали команды управления в полном соответствии со стандартом DISEqC, т.е. выдавали пакеты частоты установленной длительности. На рисунке 7 показаны первые два бита первого байта команды «11». Сигнал считан непосредственно с кабеля. На рисунке 8 показан сигнал на входе мик-

роконтроллера (точка В). Эти два приёмника «выбыли» из тестирования, т.к. они успешно работали с DISEqC-коммутаторами.

Два других приёмника передавали команды с нарушением стандарта. Первый приёмник неверно выполнял изменение напряжения 14/18 В: сначала напряжение питания отключалось, затем включалось напряжение 18 В, которое тут же изменялось на 14 В, и затем снова устанавливалось напряжение 18 В

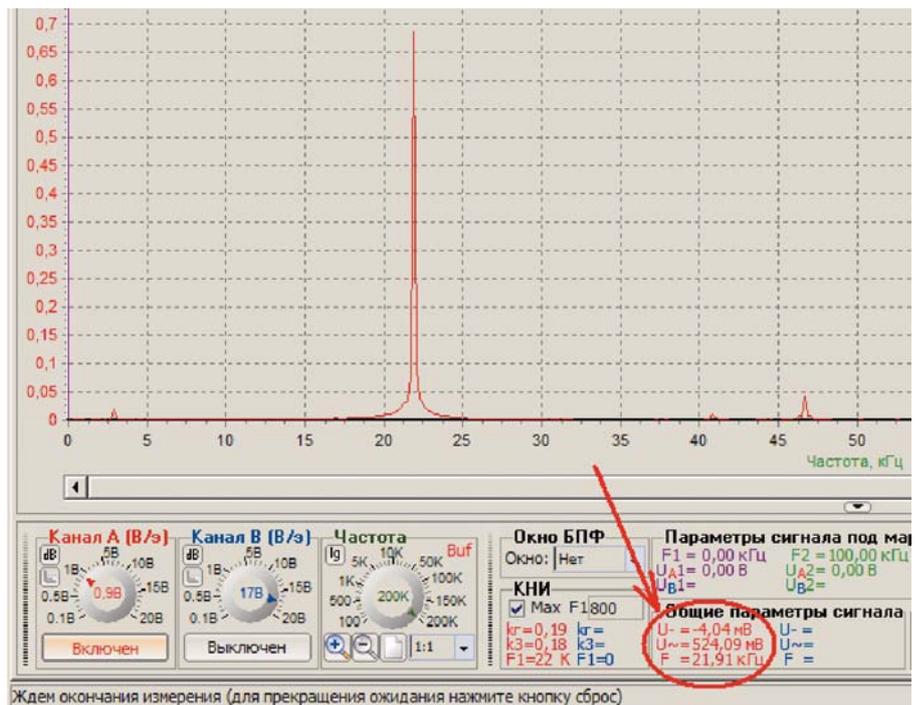


Рис. 6. Показания спектроанализатора



Рис. 7. Осциллограмма принимаемого коммутатором сигнала



Рис. 8. Осциллограмма сигнала на входе МК



Рис. 9. Нарушение стандарта DISEqC первым приёмником



Рис. 10. Нарушение стандарта DISEqC вторым приёмником

(см. рис. 9). Драйвер второго приёмника также не выполнял требования стандарта: после переключения отсутствовала пауза перед началом передачи команды (см. рис. 10).

В первом и втором случае не выдерживалась требуемая пауза после изменения напряжения питания (3...6 мс вместо минимально допустимых 15 мс). Это обусловлено тем, что в не-

которых моделях DISEqC-коммутаторов производители в целях экономии не устанавливают блокировочный конденсатор в цепи питания микроконтроллера (на схеме коммутатора он помечен как «С 10 мF»). Поскольку питание для коммутатора поступает по кабелю и на плате цепь сброса микроконтроллера соединена с плюсом питания, за столь малое время микроко-

нтроллер не успевает загрузить и выполнить программу. Соответственно, переданная команда не принимается и не обрабатывается. И хотя многие приёмники дважды передают одну и ту же команду на включение требуемого входа коммутатора, случаи пропуска передаваемой команды вполне возможны.

Ещё одним нарушением стандарта является передача DVB-S/S2-приёмником ложного импульса (см. рис. 11). Длительность импульса составляет примерно 20 мкс, что достаточно для его опознавания DISEqC-коммутатором в качестве начала передачи команды. Если в программном обеспечении микроконтроллера не предусмотрена защита от помех (судя по результатам

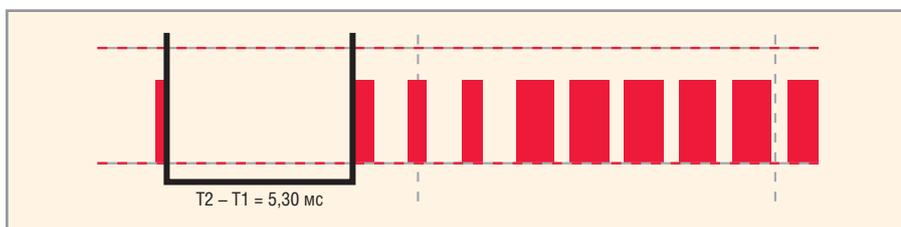


Рис. 11. Нарушение приёма команды из-за ложных импульсов

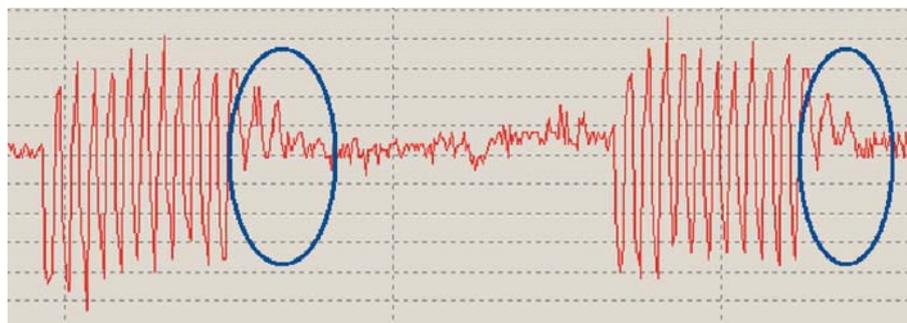


Рис. 12. Осциллограммы сигнала первого приёмника

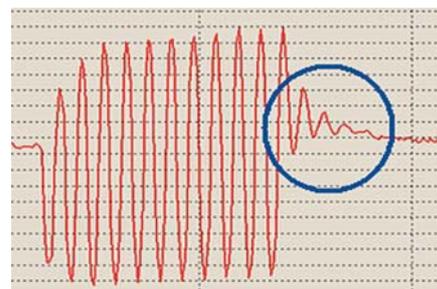


Рис. 13. Осциллограммы сигнала второго приёмника



Рис. 14. Осциллограммы получаемого микроконтроллером сигнала



Рис. 15. Сигнал, принятый микроконтроллером коммутатора

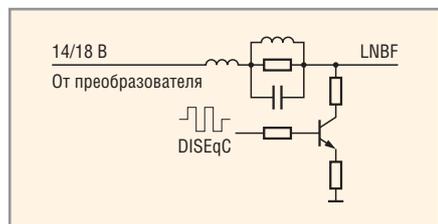


Рис. 16. Схема формирователя частоты 22 кГц в одном из DVB-S/S2-приёмников

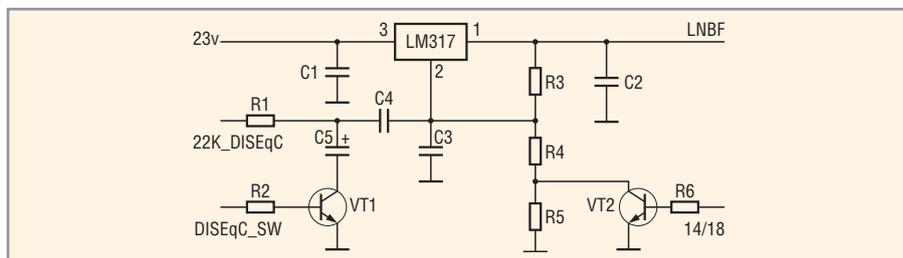


Рис. 17. Схема формирователя частоты 22 кГц в ресивере Golden Interstar 8001 PS

тестирования, такой защиты не имеют многие коммутаторы), то коммутатор в течение 45...54 мкс безуспешно пытается принять всю команду.

Затем были сняты осциллограммы пакетов импульсов «нестандартных» приёмников. Измерения производи-

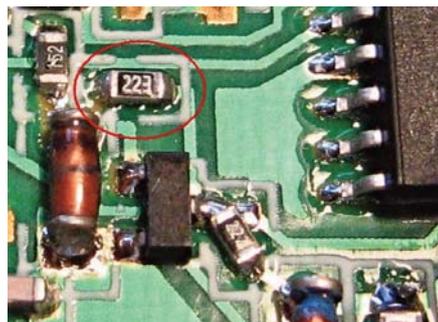


Рис. 18. Резистор в «обычном» DISEqC-коммутаторе

лись непосредственно в кабеле (см. рис. 12 и 13). Обратите внимание на наличие «лишних» импульсов в посылках.

После этого вместо образцового DISEqC-коммутатора был установлен коммутатор, который не принимал команды от DVB-S/S2-приёмника. Логическим анализатором, подключенным к точке В коммутатора, были сняты осциллограммы получаемого микроконтроллером сигнала (см. рис. 14). Синей линией отмечен уровень 2,5 В.

Как видно из осциллограммы, некоторые «лишние» импульсы будут приняты и обработаны микроконтроллером, поскольку их амплитуда превышает 2,5 В, что является лог. 1 для ТТЛ-микросхем. В данном случае пакет импульсов «лог. 1» программа комму-

татора примет за «лог. 0», поскольку в стандарте указано, что длительность лог. 1 должна быть в пределах 400...600 мкс, а лог. 0 – 800...1200 мкс. В нашем случае длительность посылки составляет 634 мкс вместо максимально допустимых 600 мкс (см. рис. 15).

Как было указано выше, некоторые DVB-S/S2-приёмники передают «лишние» импульсы. Было высказано предположение, что в схемах формирователя частоты 22 кГц имеется колебательный контур, резонанс которого «добавляет» эти лишние импульсы. Для выяснения методом осмотра печатной платы была составлена принципиальная электрическая схема формирователя частоты 22 кГц (см. рис. 16). Предположение подтвердилось: такой контур имеется.

Если сравнить схему, приведённую на рис. 16, и схему аналогичного по функциям блока в спутниковом ресивере Golden Interstar 8001 PS (см. рис. 17), можно заметить, что в ресивере отсутствует колебательный контур и, соответственно, резонансные процессы при формировании и передаче частотных пакетов DISEqC-команд.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Производители DVB-S/S2-приёмников, пытаясь улучшить форму генерируемого сигнала и приблизить её к синусоиде, не учли фактор резонанса приёмной системы. Это привело к появлению «лишних» импульсов, вызывающих сбой в работе некоторых DISEqC-коммутаторов.

Производители DISEqC-коммутаторов отошли от требований стандарта, увеличив «чувствительность» приборов, что снизило помехозащищённость. Однако коммутатор с повышенной чувствительностью более устойчиво работает при длинном кабеле между спутниковым ресивером и некоторыми типами конвертеров – т.н. «твинами» (конвертер с двумя незави-

симыми выходами сигнала) и «квадами» (конвертер с четырьмя независимыми выходами сигнала).

Автор полагает, что многие монтажники спутниковых антенн сталкивались с несовместимостью «твинов», «квадов» и одиночных конвертеров, выпускаемых под марками Inverto и Globo, с DISEqC-коммутаторами. Проблема решается установкой более «чувствительного» DISEqC-коммутатора. О причинах несовместимости самих конвертеров будет рассказано в следующей статье.

В программном обеспечении многих DISEqC-коммутаторов не предусмотрена защита от ложных импульсов, не являющихся началом команды, что также уменьшает их помехозащищённость.

Для устранения подобной несовместимости DVB-S/S2-приёмников и DISEqC-коммутаторов можно понизить добротность контура, изменив номинал резистора, либо скорректировать резонансную частоту контура, изменив значение ёмкости конденсатора или убрав его с платы. Но при этом теряется гарантия на приобретенный приёмник. Поэтому проще за-

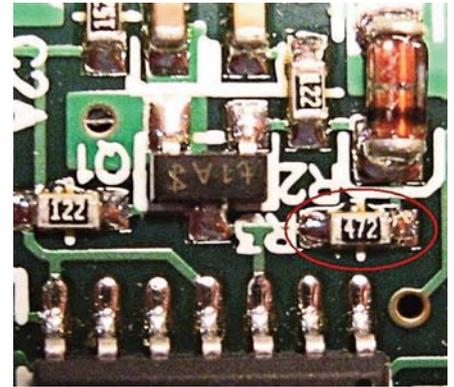


Рис. 19. Резистор в «чувствительном» DISEqC-коммутаторе

менить DISEqC-коммутатор или заменить в самом коммутаторе единственный резистор 22 кОм на 4,7...5,6 кОм (см. рис. 18 и 19).

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.eutelsat.org>.
2. <http://www.sat.su/satxpress/Equip/DiSeqCmd.htm>.
3. Теле-Спутник. Май 1998. № 5 (31).
4. Теле-Спутник. Октябрь 2004. № 10 (108).
5. <http://www.telesputnik.ru/archive/number31.html>.
6. <http://www.telesputnik.ru/dialog/literature.html>.

