

Перевод ITU-T V.36

Версия 1

Контроль версий

Версия	Дата	Изменения
1	октябрь 2015	Первая версия

Будьте осторожны, это любительский перевод ! Связь по почте TiuTa sbk mail tчk ru



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ
СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

V.36

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

**МОДЕМЫ ДЛЯ СИНХРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО
ГРУППОВОМУ КАНАЛУ, ЗАНИМАЮЩЕМУ ПОЛОСУ
ЧАСТОТ 60–108 кГц**

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-Т V.36

(выдержка из Голубой книги)

Примечания

1. Рекомендация МСЭ-Т V.36 опубликована в Голубой книге (выпуск VIII.1). Приведённый ниже текст является выдержкой из Голубой книги. Несмотря на то, что изложение и компоновка текста могут незначительно отличаться от Голубой книги, содержимое документа идентично Голубой книге и на него распространяются те же авторские права (см. ниже).
2. В данной рекомендации термин «администрация» используется для краткого обозначения как управления телекоммуникациями, так и официального исполнительного органа.

© ITU 1988, 1993

Все права защищены. Запрещается воспроизведение или копирование любой части данного документа в любой форме или любым способом, электронным или машинным, включая фотокопирование и микрофильмирование, без письменного разрешения МСЭ.

МОДЕМЫ ДЛЯ СИНХРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ГРУППОВОМУ КАНАЛУ, ЗАНИМАЮЩЕМУ ПОЛОСУ ЧАСТОТ 60–108 кГц

Женева, 1976 год. С изменениями от 1980 (Женева), 1984 (Малага-Торремолинос) и 1988 (Мельбурн).

На арендованных линиях связи помимо существующих модемов будут использоваться новые модемы, соответствующие требованиям администраций и абонентов. Данная рекомендация ни коим образом не ограничивает использование на арендованных линиях связи ни вышеуказанных, ни любых других модемов.

Модем может использовать в качестве группового контрольного сигнала только частоту 104,08 кГц.

1. Области применения

Семейство модемов, на которое распространяется действие данной рекомендации, должно быть пригодно для следующих областей применений:

- А) передача данных между абонентами по арендованным каналам связи
- Б) передача мультиплексированного потока бит в сети передачи данных общего пользования
- В) организация ИКМ-канала со скоростью 64 кбит/с с помощью аналоговых средств
- Г) передача общеканальной сигнализации для телефонии и/или сетей передачи данных общего пользования
- Д) организация наземного продления выделенных спутниковых каналов (SCPC) от земной станции спутниковой связи до абонента
- Е) передача телеграфных и уведомительных сигналов с помощью мультиплексированного потока бит

Основные рекомендуемые параметры для одновременной синхронной передачи данных в обоих направлениях приведены в следующем разделе.

2. Скорости передачи данных

2.1 Область применения А

Для межгосударственной передачи данных рекомендуется синхронная передача со скоростью (равной скорости передачи данных абонента) 48 кбит/с. Для некоторых внутригосударственных применений или в случае двустороннего соглашения между администрациями допускаются скорости 56, 64 и 72 кбит/с.

2.2 Области применения Б, В и Г

Для данных областей рекомендуется синхронная передача данных со скоростью 64 кбит/с.

Для синхронных сетей, в которых помимо передачи данных со скоростью 64 кбит/с требуется сквозная передача сигналов синхронизации с частотами 8 кГц и 64 кГц, предлагается добавить к данным абонента служебные данные, сформировав единый поток данных со скоростью 72 кбит/с.

Соответствующий формат данных образуется путём вставки одного дополнительного бита Е точно перед первым битом каждого октета, составляющего поток данных со скоростью 64 кбит/с. Бит Е используется для синхронизации и передаёт служебную информацию согласно рис. 1.

...1 октет 0 октет Н октет 1 октет 0 октет Н октет ...

Рис. 1

Использование служебного бита Н определяется двусторонним соглашением между администрациями. Если этот бит не используется, то он должен быть равен единице. Методика определения границ октетов не описана в данной рекомендации.

В случае отсутствия необходимости в передаче сигнала синхронизации с частотой 8 кГц, разрешается использовать скорость передачи данных 64 кбит/с.

2.3 Область применения Д

Для межгосударственной передачи данных рекомендуется синхронная передача со скоростью (равной скорости передачи данных абонента) 48 кбит/с. Для некоторых внутригосударственных применений или в случае двустороннего соглашения между администрациями допускается скорость 56 кбит/с.

2.4 Область применения Е

Рекомендуется синхронная передача данных со скоростью 64 кбит/с.

2.5 Допустимое отклонение всех указанных выше скоростей передачи данных составляет $\pm 5 \times 10^{-5}$ бит/с.

Примечание: в эксплуатации находится различное оборудование, которое корректно работает только при допуске на скорость передачи данных равном ± 1 бит/с.

3. Скремблер и дескремблер

Для того чтобы устранить в последовательности бит зависимости и чтобы не допустить в канале спектральных составляющих с большой амплитудой, данные следует скремблировать и дескремблировать в соответствии с логической схемой, приведённой в дополнении I.

4. Немодулированный линейный сигнал

Процесс формирования немодулированного линейного сигнала основывается на использовании кодирования с частичным откликом. Используется один из видов такого кодирования обычно называемый «тип 4». Временная и спектральная характеристики сформированного аналогового сигнала описываются выражениями

$$g(t) = \frac{2}{p} \cdot \frac{\sin \frac{p}{T} t}{\left(\frac{t}{T}\right)^2 - 1}$$

и

$$G(f) = \begin{cases} 2T j \sin(2p T f), & |f| \leq \frac{1}{2T} \\ 0 & , |f| > \frac{1}{2T} \end{cases}$$

соответственно. Через $1/T$ обозначена скорость передачи данных.

Формирование немодулированного сигнала следует выполнять таким образом, чтобы его декодирование могло быть произведено с помощью двухполупериодного выпрямления.

Упоминание немодулированного сигнала не накладывает ограничений на реализацию внутренних операций модема. Модем может быть устроен таким образом, что двоичный сигнал на входе и выходе модема конвертируется в линейный сигнал и из линейного сигнала фактически без образования немодулированного сигнала.

5. Линейный сигнал в диапазоне 60–108 кГц (на линейном выходе модема)

5.1 В диапазоне 60–108 кГц линейный сигнал должен представлять собой однополосный сигнал с несущей частотой 100 кГц ± 2 Гц.

5.2 Соответствие между двоичными сигналами на выходе реального или гипотетического скремблера и сигналами, передаваемыми в линию, установлено в рекомендации V.1 (в части, относящейся к амплитудной модуляции). Наличие тонального модулирующего сигнала соответствует двоичной единице, а отсутствие модулирующего сигнала – двоичному нулю. С точки зрения практики это означает, что наличие или отсутствие напряжения в демодулированном и подвергшимся двухполупериодному выпрямлению сигнале линии будет соответствовать появлению на выходе скремблера двоичной единицы или двоичного нуля соответственно.

5.3 Теоретический амплитудный спектр линейного сигнала, соответствующий появлению на выходе скремблера двоичной единицы, является синусоидальным с нулями и максимумами, расположенными на частотах, указанных в таблице ниже.

Скорость передачи данных, кбит/с	Нули на частотах, кГц	Максимумы на частотах, кГц
64	68 и 100	84
48	76 и 100	88
56	72 и 100	86
72	64 и 100	82

5.4 В полосе частот 60–108 кГц амплитудные искажения фактического спектра относительно теоретического спектра, описанного в пункте 5.3, не должны превышать ± 1 дБ. Неравномерность группового времени задержки не должна превышать 8 мкс. Эти два требования должны выполняться для каждой полосы частот, чей центр находится в одном из максимумов, описанных в пункте 5.3, и чья ширина составляет 80 % от полосы частот, соответствующей данному максимуму.

5.5 Номинальный уровень сигнала данных в линии должен быть равен минус 6 дБм0. Фактический уровень должен находиться в пределах ± 1 дБ от номинального уровня.

5.6 К линейному сигналу должна быть добавлена контрольная несущая с той же частотой, что и у модулированной несущей передатчика, и с уровнем минус $9 \pm 0,5$ дБ относительно фактического уровня, указанного выше в пункте 5.5. Фазовый сдвиг между модулированной несущей передатчика и контрольной несущей должен быть неизменным во времени.

6. Групповой контрольный сигнал

6.1 Следует принять меры для облегчения введения в модем группового контрольного сигнала с частотой 104,08 кГц от источника, являющегося внешним по отношению к модему.

6.2 Защита группового контрольного сигнала должна соответствовать рекомендации Н.52 [1].

7. Голосовой канал

7.1 Служебный голосовой канал является неотъемлемой частью применений А и Д. Он используется на необязательной основе. Канал занимает полосу частот 104–108 кГц (виртуальная несущая на частоте 108 кГц) и соответствует первому каналу первичной 12-канальной группы, формирующейся с помощью амплитудной модуляции с одной боковой полосой. По этому каналу может передаваться непрерывный голосовой сигнал с наибольшим средним уровнем минус 15 дБм0 или импульсные тональные сигналы в соответствии с отдельным описанием.

Чтобы избежать перегрузки канала сигналами с высоким уровнем, следует использовать ограничитель, срезающий сигналы с уровнем выше 3 дБм0.

Чтобы избежать проблем со стабильностью работы канала, подключение к оборудованию следует выполнять только по 4-проводной схеме.

Для сигнализации оператор-оператор следует придерживаться рекомендации Q.1 [2], но вместо частот 500 Гц и 20 Гц следует использовать непрерывный сигнал с частотой 2280 Гц и уровнем минус 10 дБм0.

Для остальных типов сигнализации (применение Д) более предпочтительна внутриполосная сигнализация R1 (Q.322 [3], Q.323 [4]) или R2 (Q.454 [5], Q.455 [6]).

Перед тем как войти в состав группового канала голосовой канал должен подвергнуться фильтрации. Фильтр должен быть таким, что любые частоты с уровнем минус 15 дБм0, приходящие на входные клеммы линии не вызывали превышения уровня:

- а) минус 73 дБм0_{псоф} в смежной группе
- б) минус 61 дБм0 в окрестности (± 25 Гц) группового контрольного сигнала 104,08 кГц
- в) минус 55 дБм0 в полосе частот 64–101 кГц, в которой передаются данные
- г) значений, установленных в рекомендации Q.414 [7] для защиты внутриканальной сигнализации с низким уровнем.

Диапазон тональных частот значительно защищён, если такой же фильтр используется при выделении голосового канала из группового канала. Зависимость остаточного затухания от частоты для каждого направления передачи, т. е. измеряемая между входом голосового канала в модем и выходом группового канала из модема, а также измеряемая между входом группового канала в модем и выходом голосового канала из модема, по отношению к значению на частоте 800 Гц должна быть ограничена значениями: минус 1 дБ за пределами полосы 300–3400 Гц и 2 дБ в полосе 540–2280 Гц.

7.2 Голосовой канал не используется в областях применений Б, В, Г и Е. Он используется на необязательной основе в применениях А и Д.

Примечание: если модем устанавливается в усилительном пункте, то голосовой канал следует продлить до помещения абонента.

8. Межканальные помехи

В диапазонах 36–60 кГц и 108–132 кГц межканальные помехи должны соответствовать рекомендации Н.52 [1].

9. Параметры канала

Модем корректно работает на групповых каналах связи (соответствующих документу [8]) при скоростях передачи данных 48–64 кбит/с.

Для групповых каналов, образованных более чем тремя различными системами передачи данных, или в случае необходимости поддержания скорости передачи данных 72 кбит/с параметры, описанные в [8], перестают быть достаточными. В этом случае, соответствие группового канала документу [8] не гарантирует корректное функционирование модема. В то же время несоответствие документу [8] предполагает неудовлетворительную работу.

В приложении А представлен метод определения пригодности группового канала для передачи данных с помощью модема, соответствующего данной рекомендации.

Если модем оснащён автоматически подстраиваемым эквалайзером, то возможна корректная работа на скоростях передачи данных до 64 кбит/с через линию, имеющую такую же структуру, как и описанная в [9] гипотетическая эталонная линия.

Примечание 1: в [9] максимальное количество транзитных групповых фильтров установлено равным 8, но эта цифра является предметом будущих исследований и возможных корректировок.

Примечание 2: работа модема на скорости 72 кбит/с допустима только по каналу, в котором находится не более 5 транзитных групповых фильтров. Это значение не будет пересматриваться в будущем.

10. Интерфейс

10.1 Интерфейс для применений А, Д и Е, приведённых в разделе 1.

10.1.1 Список цепей (см. табл. 1)

Таблица 1.

Цепь (см. примечание 1)		Комментарий
102	Сигнальная земля или общий обратный провод	см. примечание 2
102a	Общий обратный провод DTE	см. примечание 3
102b	Общий обратный провод DCE	см. примечание 3
103	Передаваемые данные	
104	Принимаемые данные	
105	Запрос на передачу	
106	Готовность к передаче	
107	Готовность к работе	
109	Детектор наличия в линии сигнала данных	
113	Сигнал тактирования передатчика (источник сигнала в DTE)	
114	Сигнал тактирования передатчика (источник сигнала в DCE)	
115	Сигнал тактирования приёмника (источник сигнала в DCE)	
140	Установка шлейфа или переход в режим эксплуатационной проверки	см. примечание 2
141	Установка локального шлейфа	см. примечание 2
142	Указатель типа проверки	см. примечание 2

Примечание 1: если модем установлен в усилительном пункте, то этот интерфейс должен быть предоставлен в помещении абонента без ограничения скорости передачи данных и без ограничений на использование голосового канала. Способ достижения этих требований регулируется внутригосударственными правилами.

Примечание 2: в эксплуатации встречается оборудование, которое не имеет данных цепей.

Примечание 3: цепи 102a и 102b требуются в случае использования электрических параметров, приведённых в рекомендации V.10.

10.1.2 Электрические параметры

Рекомендуется использовать электрические параметры, приведённые в рекомендациях V.10 и/или V.11, а также использовать разъём и назначение его контактов, описанные в ISO 4902.

В цепях 103, 104, 113, 114 и 115 как передатчики сигнала, так и приёмники должны соответствовать рекомендации V.11.

В цепях 105, 106, 107 и 109 передатчики сигнала должны соответствовать рекомендации V.10 или V.11. Приёмники должны соответствовать рекомендации V.10 (категория 1) или рекомендации V.11 (без терминирования).

Во всех остальных цепях передатчики и приёмники должны соответствовать рекомендации V.10, причём приёмники должны соответствовать категории 2 этой рекомендации.

Примечание: во время переходного периода разрешается использовать на необязательной основе так называемый «интерфейс V.35», разъём и назначение контактов которого описаны в ISO 2593. В этом случае электрические параметры цепей 103, 104, 113, 114 и 115 должны соответствовать рекомендации V.11, а параметры остальных цепей должны соответствовать рекомендации V.10 (приёмники должны соответствовать категории 2). Либо электрические параметры цепей 103, 104, 113, 114 и 115 должны соответствовать рекомендации V.35 (дополнение II), а параметры остальных цепей должны соответствовать рекомендации V.28.

10.2 Интерфейс для применений Б, В и Г, приведённых в разделе 1

Для применений Б, В и Г допускается использовать интерфейс, со скоростью передачи данных 64 кбит/с, функциональные требования к которому приведены по ссылке [10]. В этом случае следует использовать электрические параметры приведённые по ссылке [11].

Если сквозная передача сигнала синхронизации с частотой 8 кГц не производится, данный сигнал не будет ни генерироваться, ни приниматься интерфейсом модема.

В качестве альтернативы для данных применений разрешается использовать интерфейс, описанный в пункте 10.1.

11. Пороговые уровни и время отклика цепи 109

11.1 Пороговые уровни

Для линейного сигнала данных с уровнем более минус 13 дБм0 цепь 109 находится в состоянии «включено». Для линейного сигнала данных с уровнем менее минус 18 дБм0 цепь 109 находится в состоянии «выключено».

Примечание: соответствующие уровни для контрольной несущей равны минус 22 дБм0 и минус 27 дБм0 соответственно.

Состояние цепи 109 для уровней, находящихся между указанными выше, может быть различным, поскольку детектор сигнала обладает гистерезисом. Переход из состояния «выключено» в состояние «включено» происходит при уровне по крайней мере на 2 дБ большем, чем при переходе из состояния «включено» в состояние «выключено». Для измерения пороговых уровней детектора необходимо использовать модулированный сигнал данных совместно с его контрольной несущей имеющей уровни, описанные в пункте 5.6.

11.2 Время отклика

Переход из состояния «выключено» в состояние «включено» должен происходить за 15–150 мс. Переход из состояния «включено» в состояние «выключено» должен происходить за 5–15 мс.

Временами отклика цепи 109 являются отрезки времени между появлением или пропаданием линейного сигнала на входных контактах модема и перехода цепи 109 в состояние «включено» или «выключено» соответственно. Уровень линейного сигнала, принимаемого модемом, должен быть в промежутке между значением, превышающим текущий порог детектора на 3 дБ, и максимально допустимым уровнем сигнала.

12. Ошибки

12.1 Коэффициент ошибок для гипотетической эталонной линии связи длиной 2500 км, соответствующей рекомендации Н.14 [8], и включающей в себя не более двух переприёмов между различными системами передачи данных, должен быть не хуже чем 1 ошибка на 10^7 переданных бит. Это значение основано на предположении о действии на полосу частот шириной 4 кГц гауссова шума с психометрически взвешенной мощностью 4 пВт/км. Эта цифра соответствует $4 \text{ пВт}_{\text{псоф}}/\text{км}$.

13. Дополнительная информация для разработчиков

13.1 Изменение уровня входного линейного сигнала

В нормальных условиях резкое изменение уровня входного сигнала не превышает $\pm 0,1$ дБ. Плавное изменение уровня входного сигнала не превышает ± 6 дБ и не зависит от выходного уровня передатчика (видимо, имеется в виду передатчик самого принимающего модема – прим. пер.).

13.2 Помеха от смежных групп

На входе приёмника совместно с линейным сигналом данных может появиться синусоидальный сигнал с уровнем 10 дБм0 и частотой из диапазонов 36–60 кГц и 108–132 кГц.

Приложение А (к рекомендации V.36)

Параметры канала

Для корректной работы модема через групповой канал, параметры канала должны удовлетворять выражению:

$$e = \sqrt{\frac{c^2}{a^2 + b^2} - \frac{1}{2}} < 0,08$$

где

$$a = \frac{2}{T} \int_{f_1 - \frac{1}{2T}}^{f_1} |G(f)|^2 \cdot |H(f)| \cos[q(f) + 2p f \tilde{\tau}] df$$

$$b = \frac{2}{T} \int_{f_1 - \frac{1}{2T}}^{f_1} |G(f)|^2 \cdot |H(f)| \sin[q(f) + 2p f \tilde{\tau}] df$$

$$c^2 = \frac{2}{T} \int_{f_1 - \frac{1}{2T}}^{f_1} |G(f)|^2 \cdot |H(f)|^2 df$$

$|H(f)|$ характеристика затухания канала

$\theta(f)$ фазовая характеристика канала

$G(f)$ спектральная характеристика передаваемого сигнала равная $2jT \sin(2\pi(f_1 - f)T)$

$\tilde{\tau}$ символ, представляющий постоянное время задержки, которое должно быть выбрано таким образом, чтобы минимизировать ϵ

f_1 100 кГц

Дополнение I

(к рекомендации V.36)

Операция скремблирования

I.1 Определения

I.1.1 Текущий бит данных

Бит данных, поданный на вход скремблера, но не приведший (на момент обсуждения) к появлению нового значения на выходе скремблера.

I.1.2 Скремблированный бит

Бит, который будет передан как результат скремблирования текущего бита

I.1.3 Ранее переданные биты

Биты, которые были переданы на выход скремблера ранее скремблированного бита. Они нумеруются последовательно в порядке, обратном времени их появления, т. е. в цепочке бит на выходе скремблера первый ранее переданный бит и скремблированный бит будут расположены рядом.

I.1.4 Нежелательная ситуация

Присутствие любой из определённых повторяющихся последовательностей в ранее переданных битах.

I.2 Операция скремблирования

Двоичное значение скремблированного бита должно быть таким, чтобы совместно с текущим битом, а также с 20-м и 3-м ранее переданными битами, образовывать нечётное число единиц до тех пор, пока не возникнет нежелательная ситуация. В случае возникновения нежелательной ситуации скремблированный бит должен быть таким, чтобы образовывать чётное число единиц вместо нечётного.

Нежелательная ситуация возникает, только если для всех целых p от 1 до q включительно двоичные значения p -го и $(p + 8)$ -го ранее переданных бит не отличаются друг от друга. Значение q имеет вид $q = 31 + 32r$, где r может быть нулём или любым положительным целым. При p равном $q + 1$ переданные ранее p -й и $(p + 8)$ -й биты принимают противоположные двоичные значения.

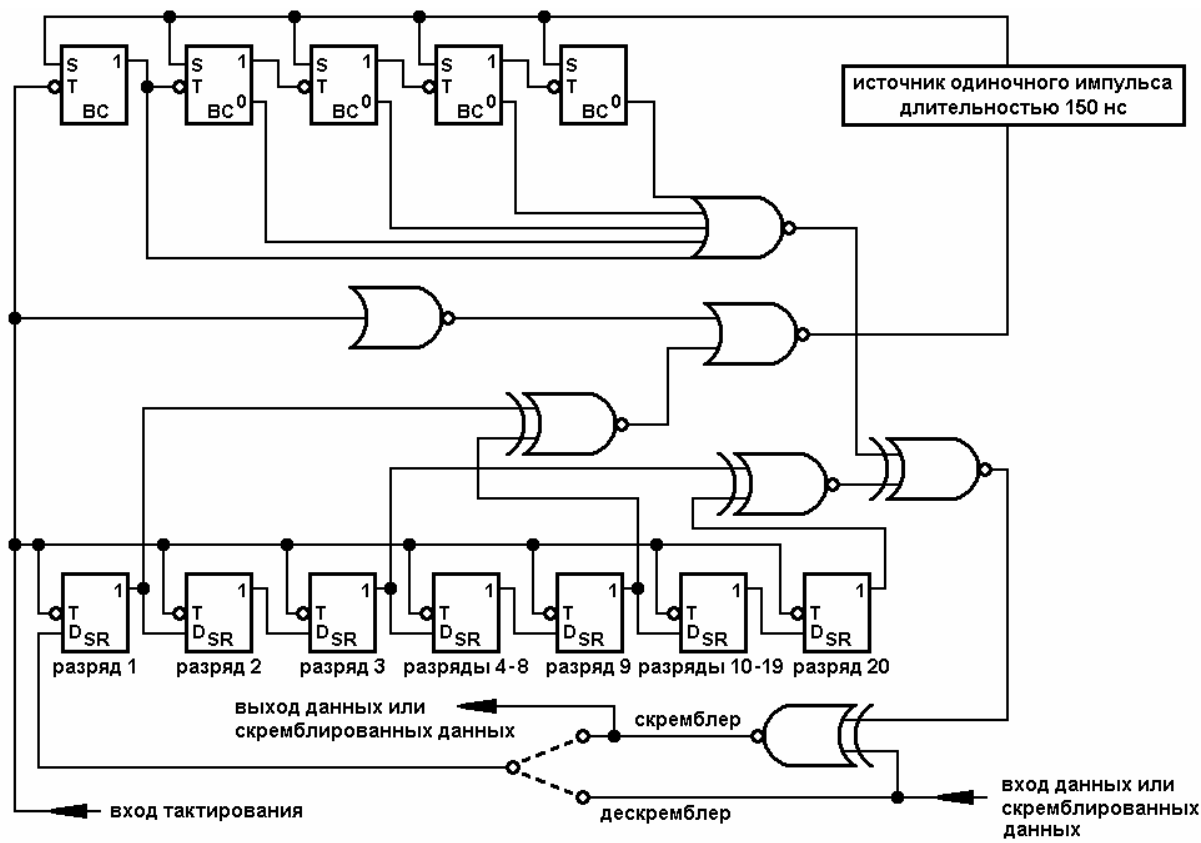
До начала скремблирования, т. е. когда ни один бит ещё не был передан, для представления ранее переданных бит разрешается использовать произвольное 20-битное число. Также в этот момент разрешается допустить, что p -й и $(p + 8)$ -й ранее переданные биты имеют одно и то же значение, причём p представляет все целые до некоего произвольного числа.

До начала дескремблирования могут быть сделаны аналогичные допущения.

Примечание 1: из изложенного выше следует, что принятые данные будут дескремблированы правильно, только если корректно приняты 20 бит, а также в принятых данных есть хотя бы одна пара из бит, разделённых семью другими битами, в которой значения бит различны.

Примечание 2: невозможно предложить приемлемую тестовую последовательность для проверки функционирования детектора неблагоприятного состояния (ASD) из-за большого количества различных числовых значений, которые могут храниться в 20-битном сдвиговом регистре на момент начала проверки. Для тех модемов, в которых возможна передача данных в обход скремблера и дескремблера, а также есть возможность использовать скремблер в качестве дескремблера, разрешается использовать следующий способ. ASD скремблера отключается и на вход скремблера подаётся тестовая последовательность из одних единиц. Если ASD дескремблера работает правильно, то дескремблированная тестовая последовательность будет содержать одну ошибку на 32 бита. Таким образом модем, работающий на скорости 48 кбит/с, зафиксирует 90000 ошибок в минуту, что будет говорить о том, что дескремблер работает правильно. Функционирование ASD скремблера может быть проверено схожим образом. Скремблер модема, на котором проверяется ASD, переводится в режим дескремблера, а дескремблер другого модема отключается.

I.3 Рисунок 2 предназначен только для примера, поскольку при выполнении другими средствами данная логическая схема может принять другой вид.

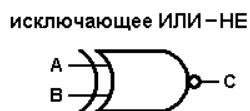


ССИТТ – 43690

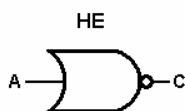
Таблицы истинности элементов



A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	1	0
1	0	0

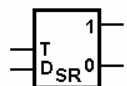


A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	1	1
1	0	0



A	C
1	0
0	1

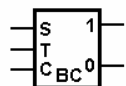
регистр сдвига



T	D	выход 1	выход 0
1	Q	–	–
0	–	Q	\bar{Q}

Q может быть единицей или нулём

двоичный счётчик



T	выход 1	выход 0
1	Q	\bar{Q}
0	\bar{Q}	Q

S	выход 1	выход 0
0	Q	\bar{Q}
1	1	0

(сброс)

Рис. 2 – Пример схемы скремблера и дескремблера

Примечание: перемещение данных происходит по срезу тактирующего сигнала (т. е. при переходе из 1 в 0). Скремблер является самосинхронизирующимся.

Ссылки

- [1] Рекомендация ССИТТ «Transmission of wide-spectrum signals (data, facsimile, etc.) on wideband group links», том III, (рекомендация ITU-T H.52)
- [2] Рекомендация ССИТТ «Signal receivers for manual working», том VI, (рекомендация ITU-T Q.1).
- [3] Рекомендация ССИТТ «Multifrequency signal sender», том VI, (рекомендация ITU-T Q.322).
- [4] Рекомендация ССИТТ «Multifrequency signal receiving equipment», том VI, (рекомендация ITU-T Q.323).
- [5] рекомендация ССИТТ «The sending part of the multifrequency signalling equipment», том VI, (рекомендация ITU-T Q.454).
- [6] Рекомендация ССИТТ «The receiving part of the multifrequency signalling equipment», том VI, (рекомендация ITU-T Q.455).

- [7] Рекомендация ССІТТ «*Signal sender*», том VI, (рекомендация ІТУ-Т Q.414).
- [8] Рекомендация ССІТТ «*Characteristics of group links for the transmission of wide-spectrum signals*», том III, (рекомендация ІТУ-Т Н.14, § 2).
- [9] Там же, § 3.
- [10] Рекомендация ССІТТ «*Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*», том III, (рекомендация ІТУ-Т G.703, § 1).
- [11] Там же, § 1.2.