

---

**ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ  
В ЛАБОРАТОРИЯХ**


---

УДК 681.5.04

## АДАПТИВНЫЙ ПРИЕМНИК ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ В КАНАЛЕ СВЯЗИ СЕЙСМОРЕГИСТРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

© 2020 г. Л. Н. Сенин, Т. Е. Сенина

Поступила в редакцию 07.05.2020 г.

После доработки 11.05.2020 г.

Принята к публикации 12.05.2020 г.

DOI: 10.31857/S0032816220050365

Проводные сети позволяют реализовать эффективную связь в промышленных приложениях и, в частности, в системах, требующих передачи данных на значительное расстояние, обеспечивая при этом устойчивость к помехам, электростатическим разрядам и перенапряжениям. Можно отнести к такому приложению, например, мониторинговые сейсмические исследования [1]. Одной из задач здесь является передача цифровых данных от нескольких сейсмических регистраторов в пункт сбора информации по двухпроводной линии связи. При этом в канале связи могут возникать помехи, наложенные на полезный сигнал. Кроме того, возникают искажения фронтов и спадов элементарных посылок, что препятствует использованию для подавления помех одиночных пороговых элементов, так как импульс каждой элементарной посылки, прошедший пороговый элемент, значительно искажается по длительности.

Эффективное решение задачи повышения надежности передачи больших массивов цифровых данных по двухпроводной линии связи, предложенное в работе [2], основано на критерии инерционности изменения амплитуды полезного сигнала в линии связи, что позволяет построить адаптивную систему восстановления информационной импульсной последовательности на фоне сильных искажений, например, электрическими помехами.

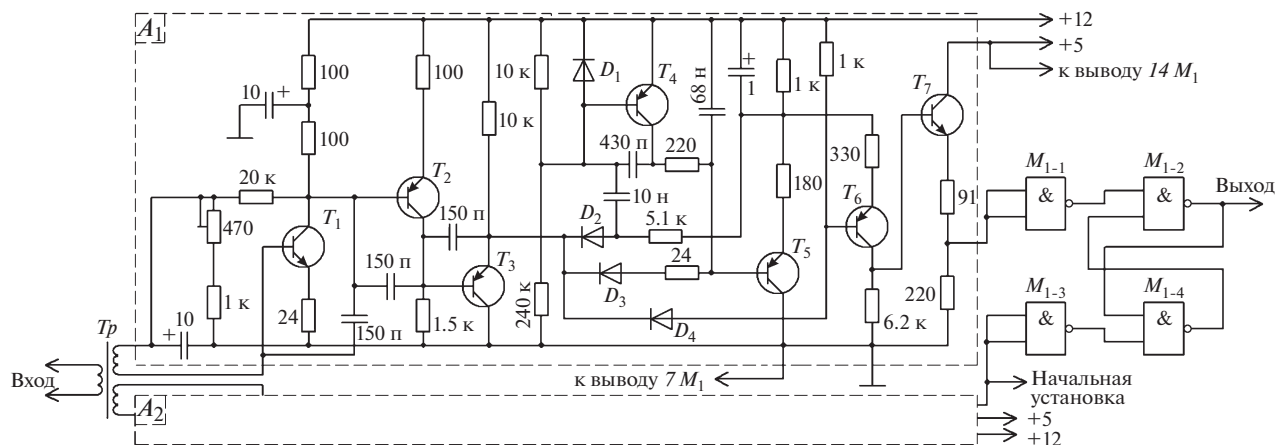
На рис. 1 приведена электрическая схема приемника двоичных сигналов, в котором используется критерий инерционности. Приемник состоит из двух идентичных каналов  $A_1$  и  $A_2$ , выходы которых подключены к общему RS-триггеру. Для одного канала импульсы представляют собой элементарные посылки с уровнем логической 1, а для другого — с уровнем логического 0. Чтобы отличить импульсы полезного сигнала от помехи, каналы построены с учетом отмеченного выше критерия инерционности, суть которого состоит в том, что каждый последующий импульс счита-

ется сигнальным, если он отличается по амплитуде от предыдущего сигнального не более, чем на установленный допуск. Этот допуск определяется значением порога относительно амплитуды последнего прошедшего сигнального импульса.

Двоичный сигнал, пришедший из канала связи на вход приемника, с амплитудой не менее 20 мВ и частотой следования от 20 до 200000 бод через импульсный трансформатор  $Tr$  без инверсии поступает в канал  $A_2$ , а инвертированный — в канал  $A_1$ . Для иллюстрации на рис. 2 представлены эпюры напряжений в характерных точках устройства, поясняющие его работу. На рис. 2а показана форма исходного сигнала, на рис. 2б — прошедшего по линии связи и поступающего на входной импульсный трансформатор  $Tr$ .

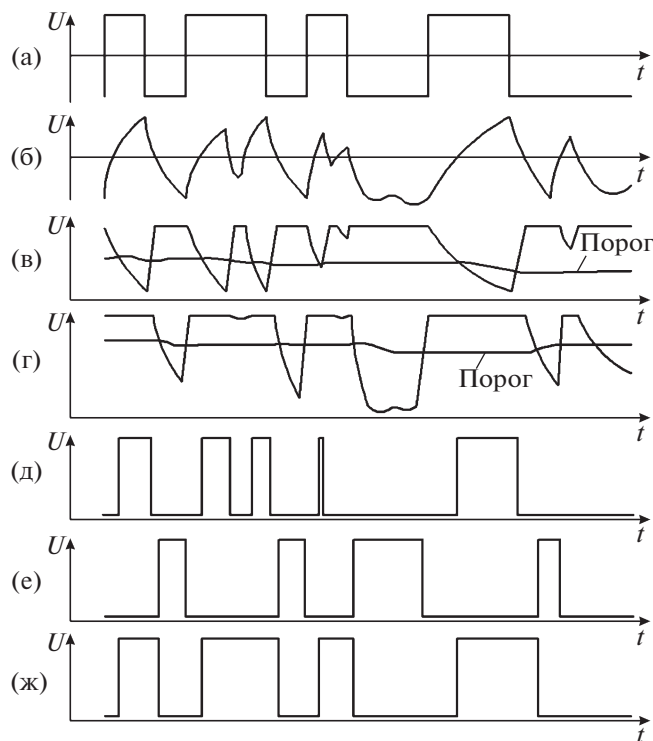
Каждый из каналов обработки ( $A_1$  и  $A_2$ ) содержит предварительный усилитель на транзисторах  $T_1$  и  $T_2$  (рис. 1), подавитель импульсных помех, собранный на транзисторах  $T_4$ – $T_6$  и диодах  $D_1$ – $D_4$ . Степень подавления помех каждым каналом тем выше, чем больше уровень ограничения предварительным усилителем. Однако он должен быть достаточно малым, чтобы полезный сигнал, изменяясь со временем по амплитуде, не мог бы стать меньше его. Чтобы сформировать прямоугольные импульсы на выходе каждого канала приемника, использован ограничитель сверху, представляющий собой эмиттерный повторитель на транзисторе  $T_7$ . На его эмиттере импульс может иметь амплитуду не более 5 В, что обеспечивает согласование по напряжению выхода каналов приемника с входом элементов микросхемы  $M_1$ .

Форма импульсов, прошедших через подавитель импульсных помех, показана на рис. 2д (на выходе канала  $A_1$ ) и рис. 2е (на выходе канала  $A_2$ ). На выходе RS-триггера формируется сигнал (рис. 2ж), близкий по форме к исходному (рис. 2а). Так как в промежутке между сигнальными импульсами пороги остаются неизменными, то каналы  $A_1$  и  $A_2$



**Рис. 1.** Принципиальная схема адаптивного приемника последовательных цифровых сигналов в канале связи сейсмо-регистрирующей аппаратуры.  $M_1$  – К74АС00;  $T_1, T_7$  – КТ3102В,  $T_2-T_6$  – КТ3107В;  $D_1-D_4$  – КД510А.  $T_p$  – импульсный трансформатор; 7 и 14 у  $M_1$  – выводы питания микросхемы.

приемника, по отдельности искажающие длительность элементарных посылок, работая совместно, компенсируют искажения (если один канал уменьшает длительность элементарной посылки из-за искривления ее фронта, то другой на столько же увеличивает длительность той же посылки из-за искажения ее спада).



**Рис. 2.** Эпоуры напряжений, поясняющие работу адаптивного приемника последовательных цифровых сигналов.

Макет рассмотренного в статье адаптивного устройства был опробован в составе 3-канального регистратора сейсмических сигналов “Регистр” [3]. При стандартной скорости передачи данных 115 200 бод длина линии связи составила 200 м и на приемной стороне информация соответствовала исходным данным. При длине витой пары 500 м максимальная скорость передачи данных без потерь составляла 38 400 бод. В случае, когда на приемной стороне отсутствовал адаптивный анализатор помех, информация без потерь передавалась в линию связи длиной не более 200 м, при этом скорость передачи не превышала 9 600 бод.

Если использовать рассмотренное устройство в совокупности, например, с интерфейсом RS-485, то, очевидно, следует ожидать значительного улучшения технических параметров такой системы передачи последовательной цифровой информации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уткин В.И., Сенин Л.Н., Сенина Т.Е. Патент на изобретение 2265867 RU // Оpubл. 10.12.2005. Бюл. № 34.
2. Сенин Л.Н. Патент на изобретение 2189058 RU // Оpubл. 10.09.2002. Бюл. № 25.
3. Сенин Л.Н., Сенина Т.Е., Воскресенский М.Н. // ПТЭ. 2017. № 4. С. 157. <https://doi.org/10.7868/S0032816217040115>

Адрес для справок: Россия, 620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 100, Институт геофизики УрО РАН. E-mail: [selenik@rambler.ru](mailto:selenik@rambler.ru)