

ВЫБОР ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ФИЛЬТРА ДЛЯ КАНАЛА НИЗКОЧАСТОТНОЙ СВЯЗИ

В. В. Щуплов, С. Н. Кухаренко, Н. А. Красовская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Эксплуатация подземных и внутритрубных устройств требует применения канала связи и управления. В настоящее время основной функцией такого канала является обнаружение внутритрубного устройства. Частотный диапазон таких каналов связи находится в диапазоне 10–22 Гц. Использование этого частотного диапазона для управления и телеметрии связано с рядом технических проблем. Прежде всего, это высокий уровень помех промышленной частоты 50 Гц, а также низкая скорость передачи информации.

Чтобы передать соответствующую команду на приемное устройство технологического оборудования, необходимо кодировать этот сигнал и модулировать несущую частоту. В данном случае в качестве несущей используется частота 22 Гц, а передача информации осуществляется фазоманипулированным сигналом. Вид фазоманипулированного сигнала и его спектральный состав представлен на рис. 1.

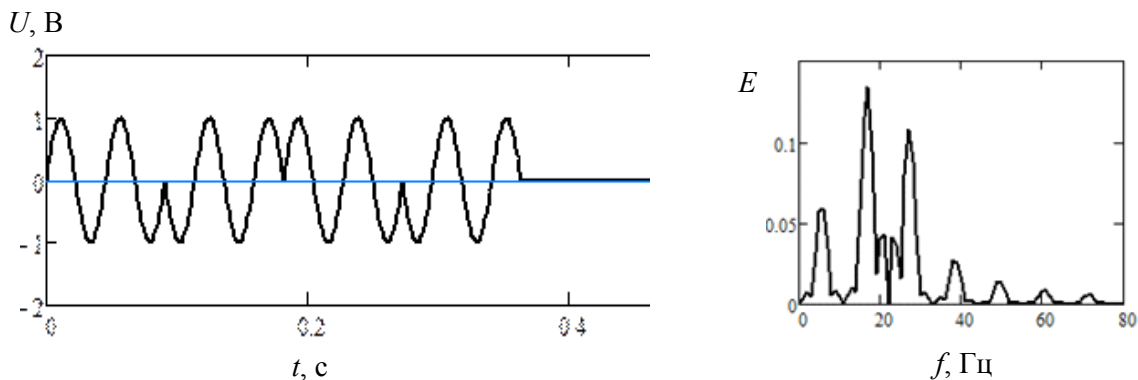


Рис. 1. Осциллограмма фазоманипулированного сигнала (а)
и его частотный спектр (б)

Как показали предварительные исследования электромагнитной обстановки, наиболее сильные помехи сосредоточены на частотах от 1 до 10 Гц и 50 Гц. Эти частоты находятся в частотном спектре фазоманипулированного сигнала (рис. 1, б). Уровень помех настолько велик, что может приводить к перегрузке входных цепей усилителя. Перегрузка усилителя вызовет искажение сигнала и потерю передаваемой информации. Так же важно сохранить максимум энергии передаваемого сигнала в частотном спектре для возможности восстановления кодовой последовательности в принимаемом сигнале.

Таким образом, полоса пропускания избирательного усилителя приемника определена двумя обстоятельствами:

– для повышения помехоустойчивости необходимо выполнить полосовую фильтрацию принимаемого сигнала и помех в как можно более узком диапазоне частот, чтобы исключить возможные перегрузки усилителей. При этом неизбежно искажение полезного сигнала;

– с целью минимального искажения полезного сигнала необходимо сохранить максимально возможное значение энергии сигнала в частотной полосе.

Для решения задачи выбора разработана математическая модель полоснопропускающего фильтра 12-го порядка. Математическое моделирование показало, что фильтрация помехи в диапазоне от 0 до 10 Гц приводит к сильному искажению сигнала, а в диапазоне выше 35 Гц не оказывает столь существенного влияния. Моделирование позволило найти компромисс – ограничить полосу пропускания фильтра диапазоном частот от 8 до 35 Гц. Выбранная амплитудно-частотная характеристика представлена на рис. 2.

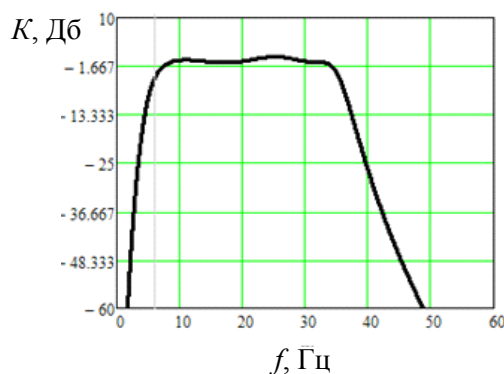


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика фильтра

При разработке фильтра стояла задача допустимого искажения фазоманипулированного сигнала, при котором приемное устройство различает фазовые манипуляции. Приведенная частотная характеристика была реализована на фильтре 12-го порядка.

Результаты математического моделирования сигнала после фильтрации приведены на рис. 3, из которого видно, что полосу пропускания фильтра можно ограничить полосой от 8 до 35 Гц. При этом обработка сигнала в приемнике еще позволяет определить кодовую комбинацию исходного фазоманипулированного сигнала.

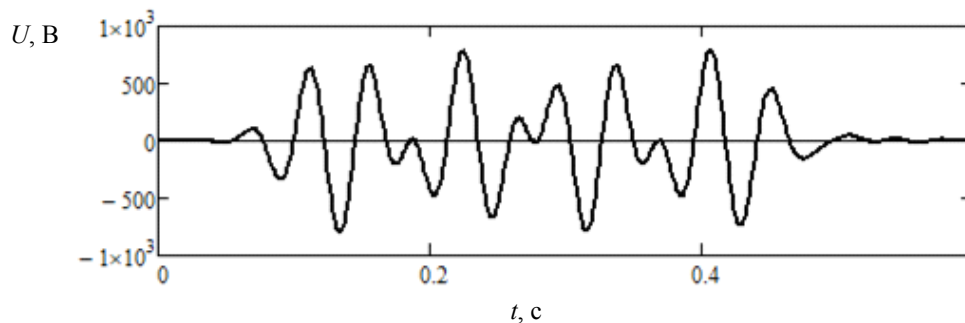


Рис. 3. Сигнал на выходе фильтра

Результаты математического моделирования подтверждены экспериментально при проведении испытаний технологического внутритрубного устройства.

Л и т е р а т у р а

1. Ключев, Л. Л. Теория электрической связи / Л. Л. Ключев. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.