

ТЕРМОСТОЙКИЕ КОДЕРЫ АППАРАТУРЫ ВСП

Е.А. Виноградов, Ю.В. Антипкин, А.В.Торцев
ООО «НИИморгеофизика-Интерсервис» г. Мурманск.

HEAT-RESISTANT CODERS OF EQUIPMENT VSP

E.A.Vinogradov, J.V.Antipkin, A.V.Tortsev
LLC "NIImorgeofizika-Interservis", Murmansk

Аннотация.

Применение серийных модемов в скважинной телеметрии может в будущем стать ограничителем термостойкости аппаратуры ВСП. В качестве альтернативы для построения высокоскоростной (800-1000) кБод телеметрии на рабочую температуру 175 °С предлагаются три варианта новых кодеров разной степени изученности.

Abstract

Application of serial modems in downhole telemetry can become in the future the terminator of thermostability of equipment VSP. As alternative of construction high-speed (800-1000) bit/sec on working temperature 175 °C three variants of new coders of a different degree of a level of scrutiny are offered telemetry.

Развитие метода ВСП в России и за рубежом в последнее десятилетие часто связывают с повышением канальности скважинного зонда, основанной на существенном росте скорости передачи данных по каротажному кабелю. Высокая скорость передачи может быть достигнута использованием серийных модемов. Однако их применение в скважинной аппаратуре ограничено высокой, выше 150°С, температурой в интервале исследований. Это обуславливает поиск новых термостойких кодеров для скважинных систем с высокой скоростью передачи данных.

ООО «НИИморгеофизика-Интерсервис» в течение ряда лет эксплуатирует 18-ти канальную аппаратуру ВСП модели ЦСК-18 со скоростью передачи данных 300кБод [1]. В аппаратуре ЦСК-18 применен термостойкий преобразователь (кодер) собственного изготовления, работающий в коде HDB3. В процессе эксплуатации прибора было опробовано несколько вариантов аналоговых корректоров частотной характеристики каротажного кабеля. Основное внимание при этом уделялось повышению удобства настройки канала передачи данных при работах с разнотипными кабелями и снижению требований к квалификации оператора. Одновременно проводилось исследование преобразователей с повышенной, по сравнению с кодером HDB3, битовой скоростью. В результате был создан многоуровневый преобразователь, в

основу работы которого положен принцип однополосной амплитудно-фазовой модуляции [2].

От известных зарубежных устройств [3, 4] аналогичного назначения данный преобразователь выгодно отличается простотой схемных решений и компактностью спектра его выходного сигнала. Последнее облегчает восстановление линейного сигнала на приемной стороне простым аналоговым корректором при высокой (800кБод) скорости передачи данных.

Функциональная схема преобразователя в варианте наиболее предпочтительном для применения в аппаратуре ВСП изображена на рис. 1. А на рис. 2 приведены временные диаграммы его работы.

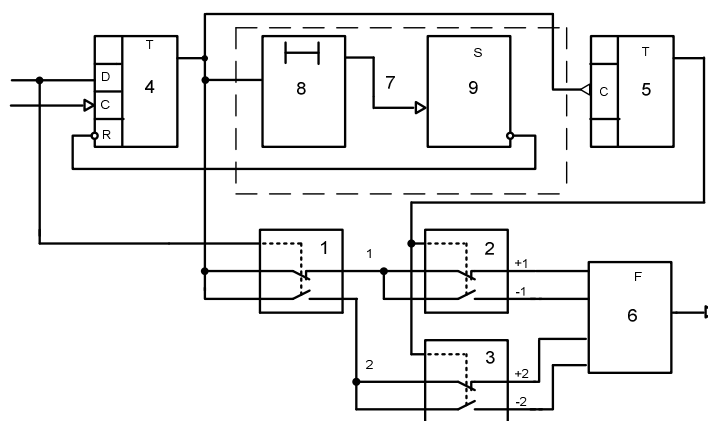


Рис.1 Функциональная схема пятиуровневого преобразователя

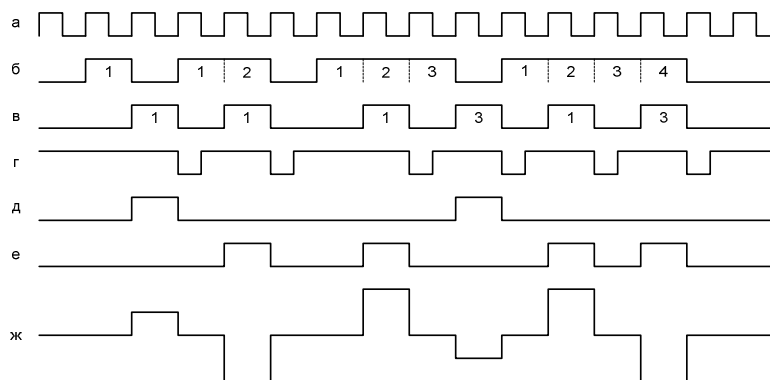


Рис.2 Временные диаграммы работы

Преобразователь содержит три мультиплексора 1,2,3, триггер задержки 4, счетный триггер 5, выходной формирователь 6 и схему сброса 7, которая включает в себя элемент задержки 8 и одновибратор 9. Элемент задержки 8 и одновибратор 9 могут быть выполнены на D- триггерах, а мультиплексор на двух элементах 2И-НЕ.

Двоичные данные поступают на информационный вход преобразователя в сопровождении тактовых импульсов, следующих с частотой F (рис. 2а). При поступлении на вход триггера задержки 4 первого или единственного импульса в пачке входных импульсов (рис. 2б) он будет задержан на один тактовый интервал (рис. 2в). На очередном тактовом интервале от переднего фронта импульса (рис. 2в) через элемент задержки 8 запустится одновибратор 9, который своим выходом (рис. 2г) установит в состояние ноль триггер задержки 4. Как видно схема сброса 7 вырезает четные (от начала пачки) импульсы входных данных. Таким образом, на выходе триггера задержки 4 останутся задержанные на один тактовый интервал лишь те входные импульсы, которые находились на нечетных тактовых интервалах по отношению к начальному импульсу в пачке (рис. 2в).

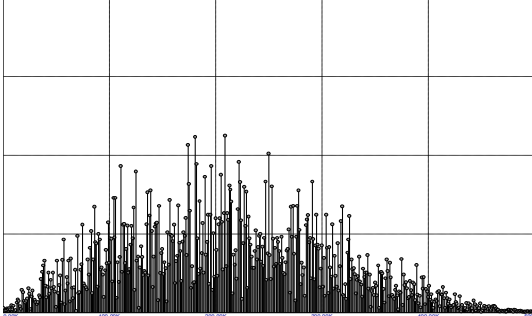
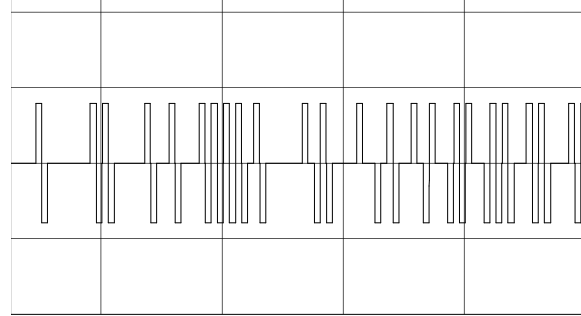
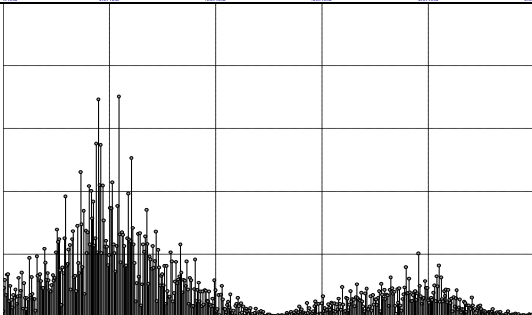
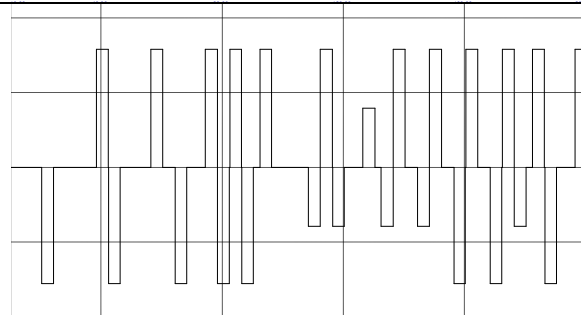
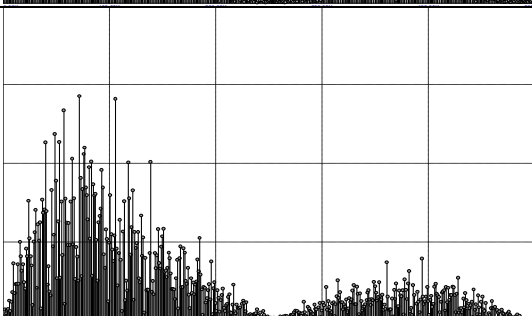
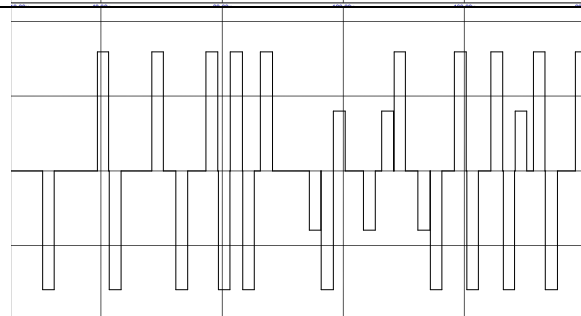
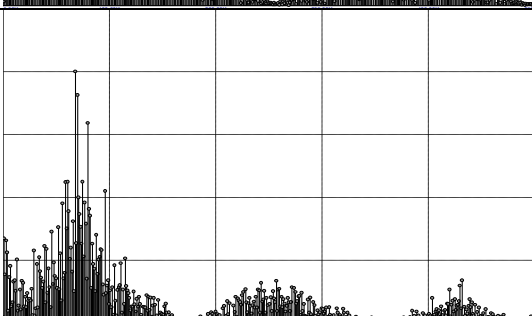
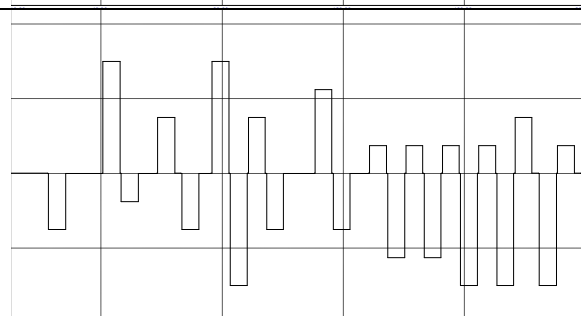
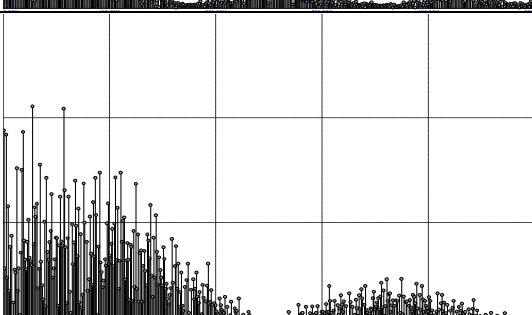
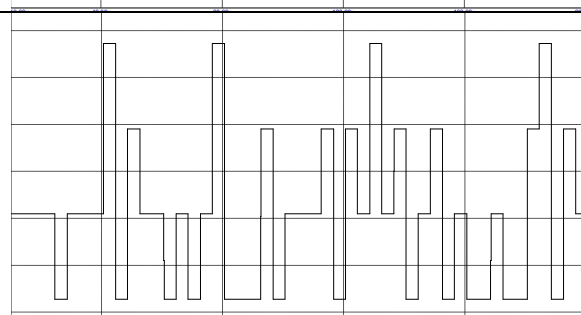
С выхода триггера задержки 4 импульсы (рис. 2в) поступают на вход счетного триггера 5 и на вход мультиплексора 1, работающего под управлением входных данных (рис. 2б). В зависимости от значения текущего бита входных данных (рис. 2б), импульсы (рис. 2в) разделяются в мультиплексоре 1 на два потока (рис. 2д), (рис. 2е). И далее поступают на входы мультиплексоров 2, 3, где под управлением счетного триггера 5 распределяются на четыре выхода мультиплексоров 2, 3, которым можно условно присвоить значение, характеризующее полярность этих импульсов в линии связи: +1, -1, +2, -2. Соединив выходы мультиплексоров 2, 3 с одноименными входами выходного формирователя, получим на его выходе пятиуровневый сигнал (рис. 2ж).

Во втором варианте преобразователя мультиплексоры (2,3) управляются по отдельности, каждый от своего счетного триггера (не показано). А на входы триггеров подают соответственно сигналы (рис. 2д), (рис. 2е). В результате для каждой амплитуды выходных импульсов появляется свой подканал, внутри которого полярность импульсов чередуется.

В третьем варианте преобразователя число уровней выходного сигнала увеличено до девяти. По своей структуре он близок к первому варианту. Отличие заключается в том, что схема сброса вырезает не один, как ранее, а два задержанных импульса. Входная информация, заложенная в двух входных битах, кодируется 4-мя уровнями амплитуды выходного импульса с попеременно изменяющейся полярностью.

Выходные сигналы трех вариантов преобразователей и их спектры приведены в таблице. В качестве сравнения таблица дополнена аналогичными данными для наиболее популярных на настоящее время кодов применяемых для передачи цифровых данных по проводным и кабельным линиям в различных отраслях, в том числе в скважинной геофизике [5].

таблица

		
АФМ5(Вариант 1)		
АФМ5(Вариант 2)		
АФМ9(Вариант 3)		
2В1Q		
Тип кода	F 100 200 300 400 кГц	Г 40 80 120 160 мкс
	Спектр сигнала в линии	Сигнал в линии

Результаты, отображенные в таблице, получены в условиях, когда на входы кодеров со скоростью 500кбит/с. подаются двоичные данные с 11-ти разрядного регистра псевдослучайной последовательности. Ширина информационного импульса в выходном сигнале кодеров равна величине тактового интервала в линии. Спектры сигналов вычисляются во временном окне длительностью 1000мкс.

Спектр выходного сигнала преобразователя в коде АФМ5 (Вариант 1) подобен спектру кода HDB3, но при равной скорости передачи данных занимает в два раза меньшую полосу частот. То есть битовая скорость выросла в два раза. Сигнал на выходе преобразователя почти балансный. Максимальный уровень небаланса возникает при повторении на входе комбинации 1110. Это не вызывает сбоев на приеме, но может снизить длину линии связи.

При сейсмоакустических методах исследования скважин сигналы с датчиков сосредоточены близ ноля и по своему виду близки к модулированной по амплитуде синусоиде. В этих условиях небаланс выходного сигнала кодера АФМ5 минимален, дальность и качество приема не снижается, скремблирование входных данных не требуется. Подобный преобразователь со скоростью передачи данных величиной 512кБод применяется в аппаратуре ЦСК-24 [1]. Практика работ показывает что, в этом случае процесс настройки тракта приема аппаратуры на иной кабель не требует высокой квалификации оператора.

Выходной сигнал преобразователя в коде АФМ5(Вариант 2) полностью балансный, что не накладывает ограничений на форму входных сигналов. Однако теперь в линейном сигнале встречаются кодовые комбинации из пар импульсов одинаковой полярности, которые вызывают нежелательное расширение спектра сигнала в окрестности полутаковой частоты. В результате, для равного качества приема данных балансного сигнала по сравнению с первым вариантом преобразователя, потребуется дополнительное расширение полосы пропускания тракта на 25%.

Максимум энергии в спектре выходного сигнала третьего варианта преобразователя смещен в область нижних частот. Основной лепесток спектра теперь занимает полосу в 167кГц. Что говорит об увеличении битовой скорости кода в 1,5 раза в сравнении с кодом АФМ5.

Предложенный способ кодирования позволяет и далее наращивать основание канального импульса, например до 17-ти или 33-х уровней напряжения и т. д. Но одновременно с ростом битовой скорости нарастают негативные явления. Увеличивается доля низкочастотных составляющих, снижается помехоустойчивость.

Тем не менее, спектр линейного сигнала в коде АФМ9 выглядит гораздо предпочтительнее спектра сигнала в коде 2B1Q, с чем мы связываем определенные перспективы данного варианта преобразователя. Пока же первые результаты, полученные с простым корректором

показывают, что скорость передачи кодера АФМ9 в сравнении с кодером АФМ5, по крайней мере, не уменьшилась.

В заключении отметим, что все рассмотренные схемы многоуровневых преобразователей достаточно просты. Их термостойкость в сравнении с кодером HDB3 осталась на прежнем уровне. Она значительно превышает 150°C и как прежде ограничивается термостойкостью выходного формирователя. Что позволяет начать проектирование высокоскоростной (800-1000)кБод скважинной телеметрии на рабочую температуру 175°C.

Выводы

Рассмотрены три новых варианта термостойких многоуровневых кодеров для скважинной телеметрии с битовой скоростью 4 и 6 бита на герц. Проведено сравнение спектров их выходных сигналов со спектрами сигналов в кодах HDB3 и 2B1Q.

По результатам проведенного анализа преобразователь АФМ5 с попеременным чередованием выходных импульсов рекомендуется использовать в приборах для ВСП и АК. Его применение в аппаратуре ЦСК-24 со скоростью передачи данных 512кБод позволило одновременно с увеличением скорости передачи упростить схему корректора и значительно облегчить его настройку при смене кабеля.

Литература

1. Е.А. Виноградов, Ю.В. Антипкин, А.В. Торцев. Скважинная телеметрия. Журнал «Технологии сейсморазведки» №2, 2006.
2. Ю.В. Антипкин, Е.А. Виноградов. Способ преобразования двоичного сигнала в пятиуровневый сигнал и устройство для его осуществления. Заявка №2008115160.
3. С. Beauducel, J. Cretin, D. Saussier. Process and device for optimizing signal transmission rates on multifunctional well cables. Патент США 5,243,337.
4. W.R. Gardner, K.R. Goodman, R.D. Puckett. High data rate wireline telemetry system. Патент США 5,387,907.
5. В.Г. Рафиков, М.Я. Гайфуллин, Р.Р. Хабиров и др. Цифровая аппаратура ВАК-73М с расширенными возможностями исследования фильтрационно-емкостных свойств горных пород методом ВАК // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2006. Вып. 7-8(148-149). С. 228-236.