

Сжатие данных с потерями для гидроканала

Введение

В процессе бурения наклонно-направленных и горизонтальных нефтегазовых скважин осуществляется геонавигация. Геонавигация - это процесс корректировки траектории скважины в режиме реального времени с целью увеличения проходки по наиболее продуктивной части пласта-коллектора. Решения по корректировке траектории основываются на анализе данных каротажа во время бурения, передаваемых на поверхность по гидроканалу связи от телеметрической системы (рисунок 1), расположенной внизу буровой колонны.

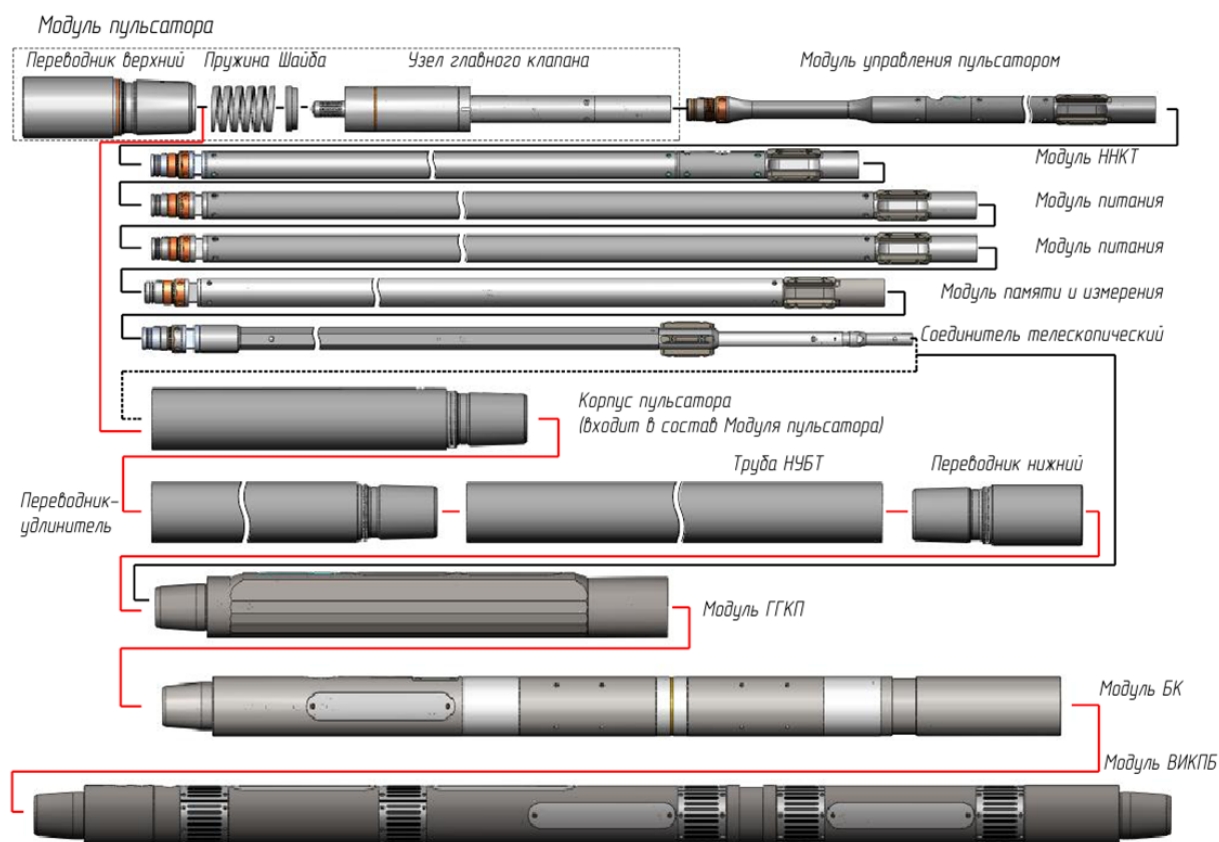


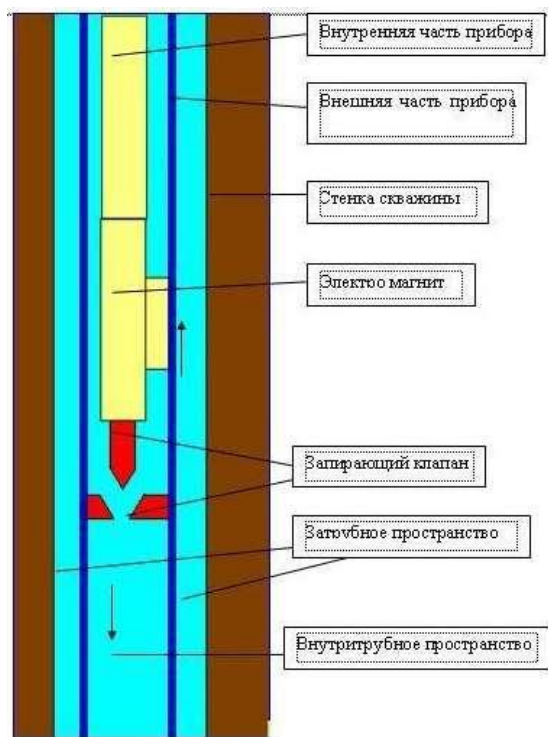
Рисунок 1. Состав скважинной части телесистемы ЛУЧ-М-2014.

Гидроканал связи организован следующим образом. В проводимой скважине для её промывки от разрушенных пород осуществляется циркуляция бурового раствора по кругу поверхность → буровой насос → манифольд → внутритрубное пространство → модуль пульсатора → забой скважины → затрубное пространство → поверхность.

Ключевым звеном, осуществляющим передачу данных на поверхность, является модуль пульсатора (рисунок 2), сопряженный с телесистемой, в соответствии со схемой временного кодирования создающий пульсации давления в столбе бурового раствора путем частичного перекрытия потока раствора. Суть временного кодирования (фазово-импульсной модуляции) заключается в том, что передаваемый пакет(посылка) разбивается на тетрады по 4 бита, каждое из 16 значений кодируется двумя импульсами, интервал времени между которыми определяется значением тетрады. Также, помимо указанных 16 значений для разграничения пакетов посылается специальный символ синхронизации с самым малым интервалом между импульсами. При использовании этого способа кодирования общее время передачи зависит от самих данных.

Установленный на поверхности датчик измеряет давление раствора в манифольде и через комплекс наземной аппаратуры передает измерения на ПК инженеров-телеметристов, где импульсы регистрируются и происходит декодирование данных телесистемы.

Организованный таким методом канал связи обладает *низкой пропускной способностью (около 3 бит/с)* из-за высокого уровня шумов, производимых буровыми насосами и самой колонной.



Устройство передачи сигнала (с положительным импульсом) в системе с гидравлическим каналом связи.

Рисунок 2. Схематичное изображение пульсатора, передающего данные на поверхность. Стрелкой показано направление потока раствора.

На поверхность передаются следующие параметры:

- Углы ориентации телесистемы в пространстве (зенит (отклонение от отвеса), азимут (направление по сторонам света), поворот (вокруг оси колонны)). Является результатом измерений инклинометра в составе модуля памяти и измерений.
- Плотность породы, измеряется модулем ГГКП (гамма-гамма каротаж плотностной).
- Коэффициент пористости породы, измеряется модулем ННКТ (нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам)
- Удельное сопротивление породы, измеряется модулями ВИКПБ (высокочастотный индукционный каротаж) и БК.

Некоторые из этих параметров имеют интегральный смысл, описывая состояние пород и околотрубного пространства в целом в окрестности измерительного зонда. Другие же определяются с более высоким разрешением, позволяя получить зависимость от угла поворота зонда вокруг собственной оси (т.н. азимутальные данные).

Сочетание обилия параметров и низкой пропускной способности канала вынуждает идти на компромисс между полнотой передаваемых данных и скоростью проводки скважины. Для этого вводятся схемы обмена, смысл которых состоит в выборе набора параметров для передачи в зависимости от различных условий (режим бурения – слайд, ротор, статзамер; предыдущий набор отправленных параметров).

Задача

Дополнительным способом, позволяющим получить больше информации с телесистемы, является сжатие с потерями. Смысл его заключается в приближении временной зависимости какого-либо параметра с помощью кривой, задаваемой малым числом коэффициентов (рисунок 3). С помощью такого приближения еще остается возможность судить о расположении и продвижении низа буровой колонны в продуктивном пласте.

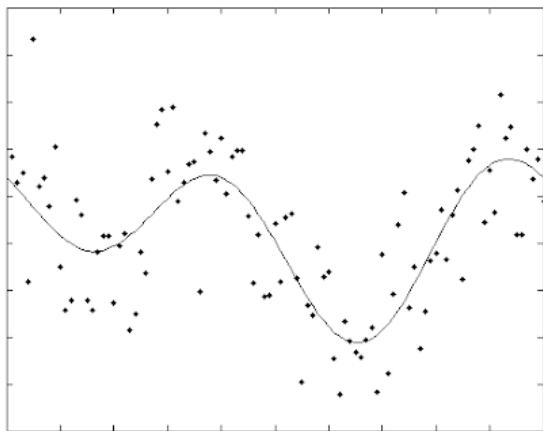


Рисунок 3. Пример приближения

В рамках этой работы предлагается:

- Определить набор параметров, для которого использование сжатия с потерями принесет выгоду.
- Определить сам алгоритм сжатия и его характеристики для каждого из измеряемых параметров.
- Понять, как нужно будет изменить схемы обмена с учетом сжатия.
- Модифицировать кодирование и декодирование данных телесистемы в соответствии с задуманным и встроить в программный имитатор МУП, провести имитационные тесты, оценить качество данных на выходе и новую скорость передачи параметров.
- После успешных проверок на имитаторе внести изменения в код МУП, дождаться результатов полевых испытаний.

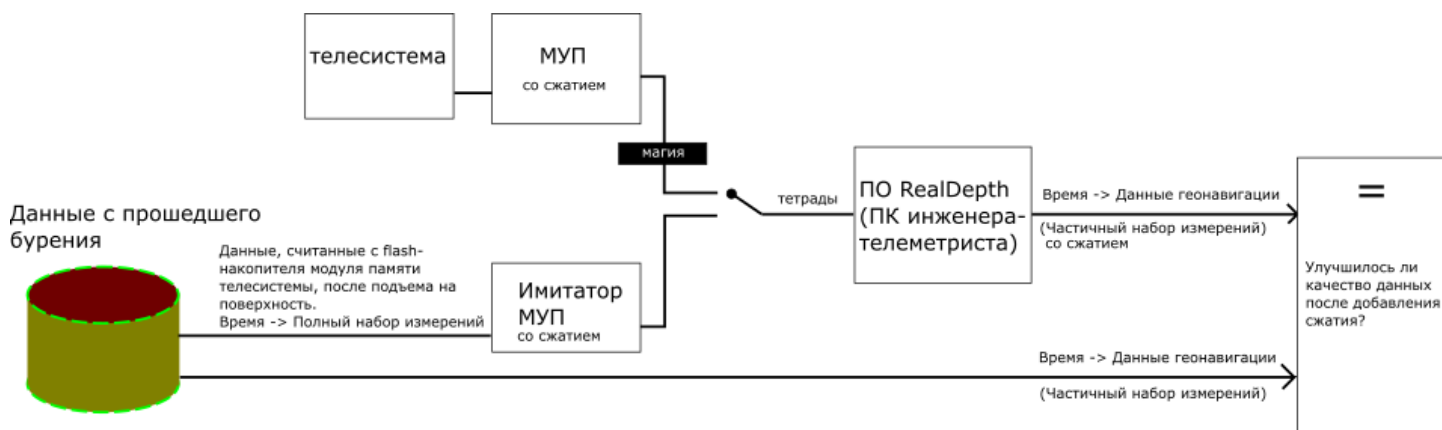


Рисунок 4. Схема сравнения результатов кодирования с применением старого и нового алгоритмов кодирования посылок.