

ООО «НПО ГеоМаш»	ОТЧЁТ  Тема: Модулятор	№ ревизии:	309
		Автор:	Ходунов
		Дата:	7.10.2024
		Страница:	1 из 11
Отчет о полевых испытаниях 8 битного модулятора			

В августе 2024 года был собран опытный образец модернизированного модулятора типоразмера 121 мм с повышенной скоростью передачи данных (условное название «8-ми битный модулятор»).

Потенциальные достоинства модулятора:

- Возможность работать в широком диапазоне частот (до 22 Гц)
- Возможность передавать данные на более высокой скорости (максимальная доступная скорость 10 бит/сек)
- Более низкое потребление в сравнении с серийным модулятором на одной и той же несущей частоте.

В августе 2024г. опытный образец прошел стендовые испытания на базе НПО «ГеоМаш» и был отправлен в компанию «Бурение Сервис» для проведения скважинных испытаний.

**Место проведения скважинных испытаний:** Республика Башкортостан.

**Участники испытаний:** испытания проводились полевым персоналом компании «Бурение Сервис» с онлайн-консультациями специалистов НПО «ГеоМаш» в общем чате.

**Ход испытаний.**

### Скважина №1.

**Интервал бурения:** 1260 — 1698 м.

**Расход бурового раствора:** ~18л/сек.

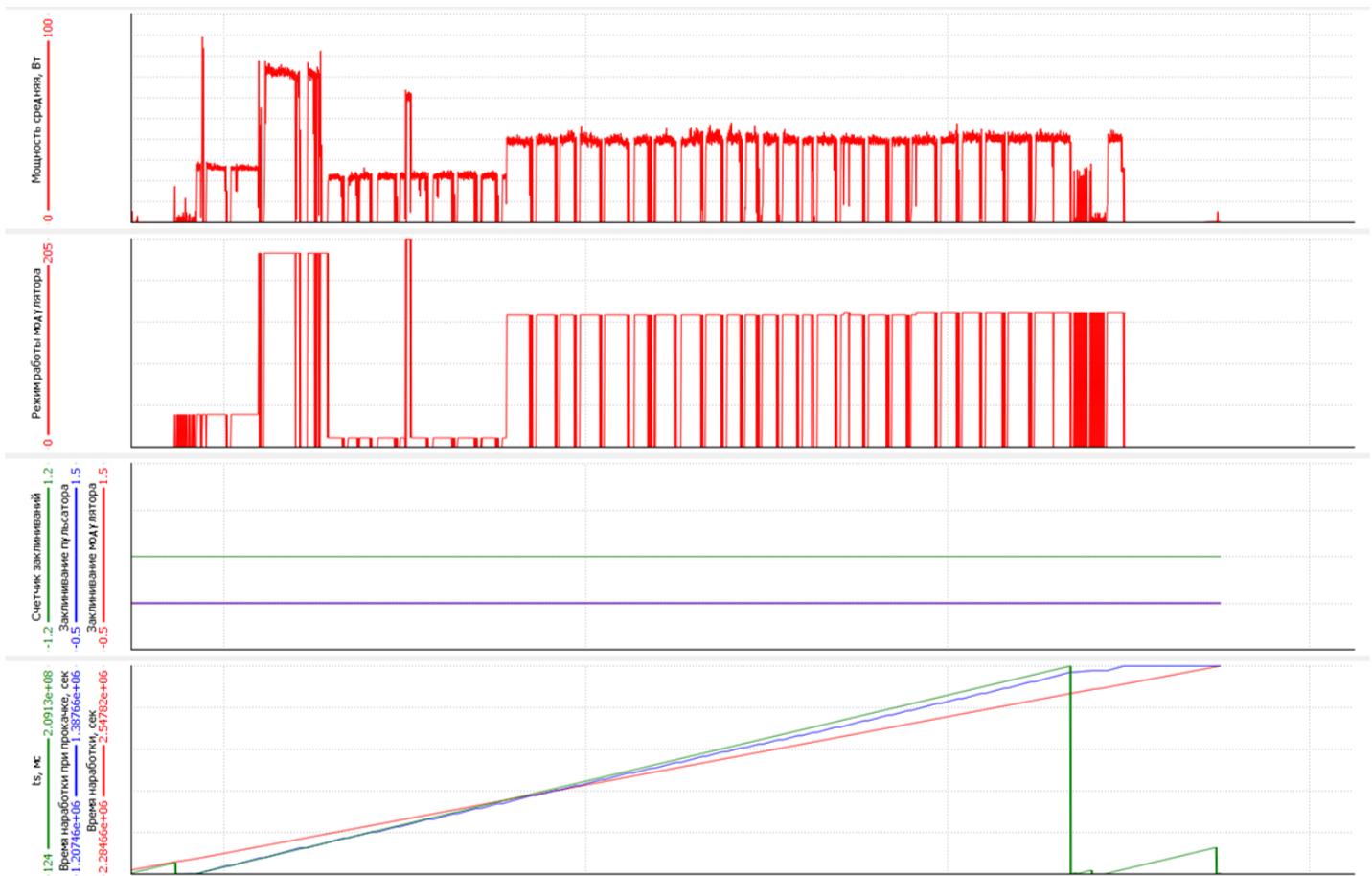
**Буровой раствор:** биополимерный, уд.вес 1,08 г/куб.см.

**Наработка модулятора за рейс:** 50 часов.

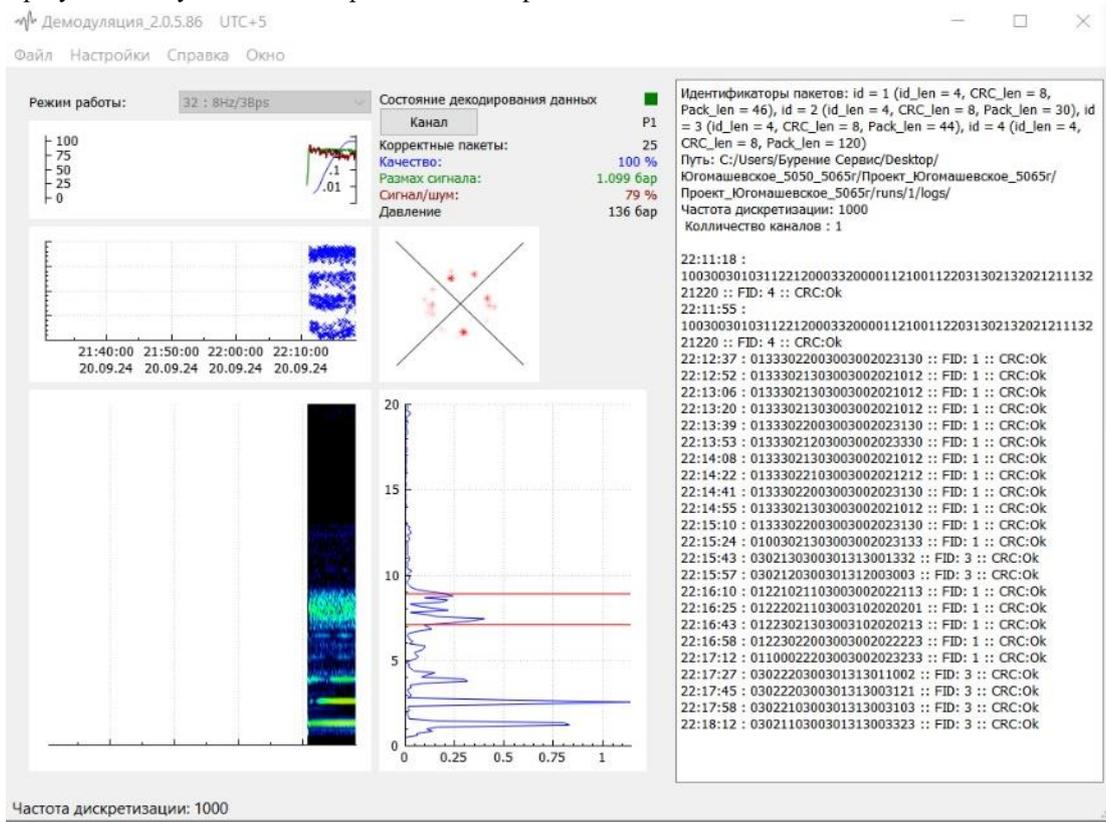
**Количество датчиков давления:** один (не было возможности установить второй датчик).

**Телесистема:** серийная телеметрическая система КОРВЕТ типоразмера 121 мм без модуля радиоактивного каротажа.

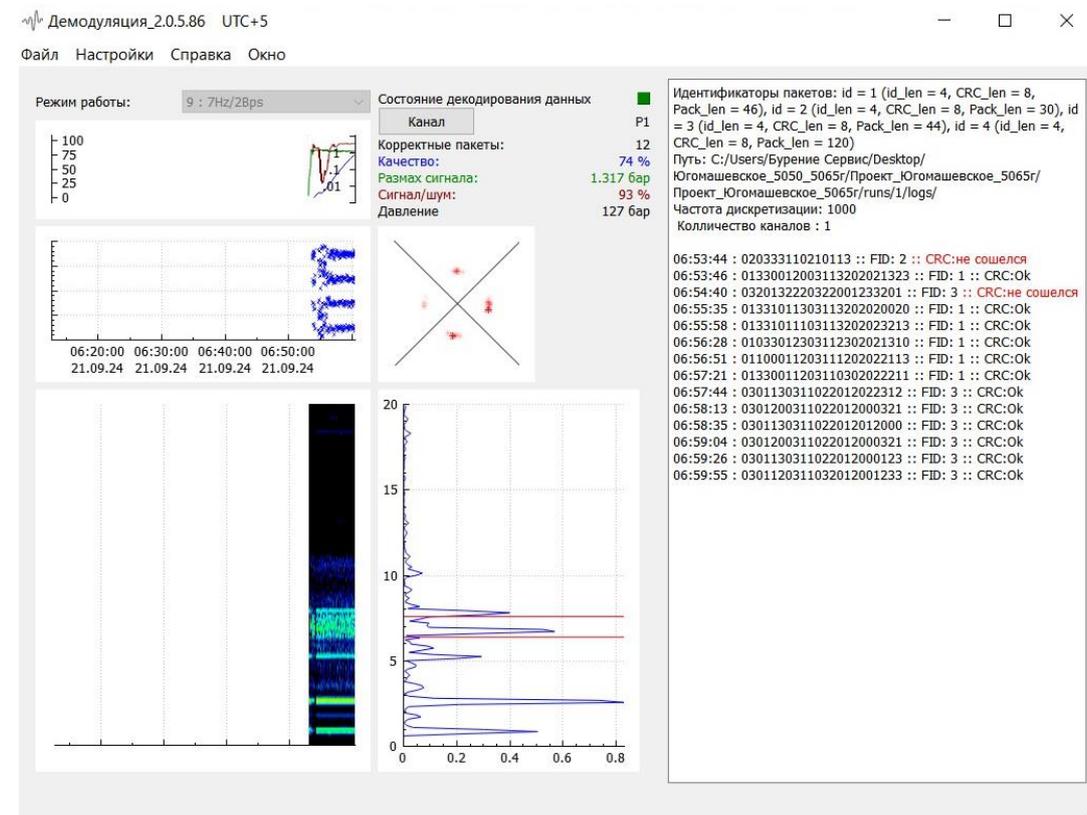
По данным из памяти при работе модулятора никаких отклонений не выявлено.



В скважине модулятор работал в следующих режимах:  
Сразу после спуска 3.5 часа в режиме 8Hz/3bps

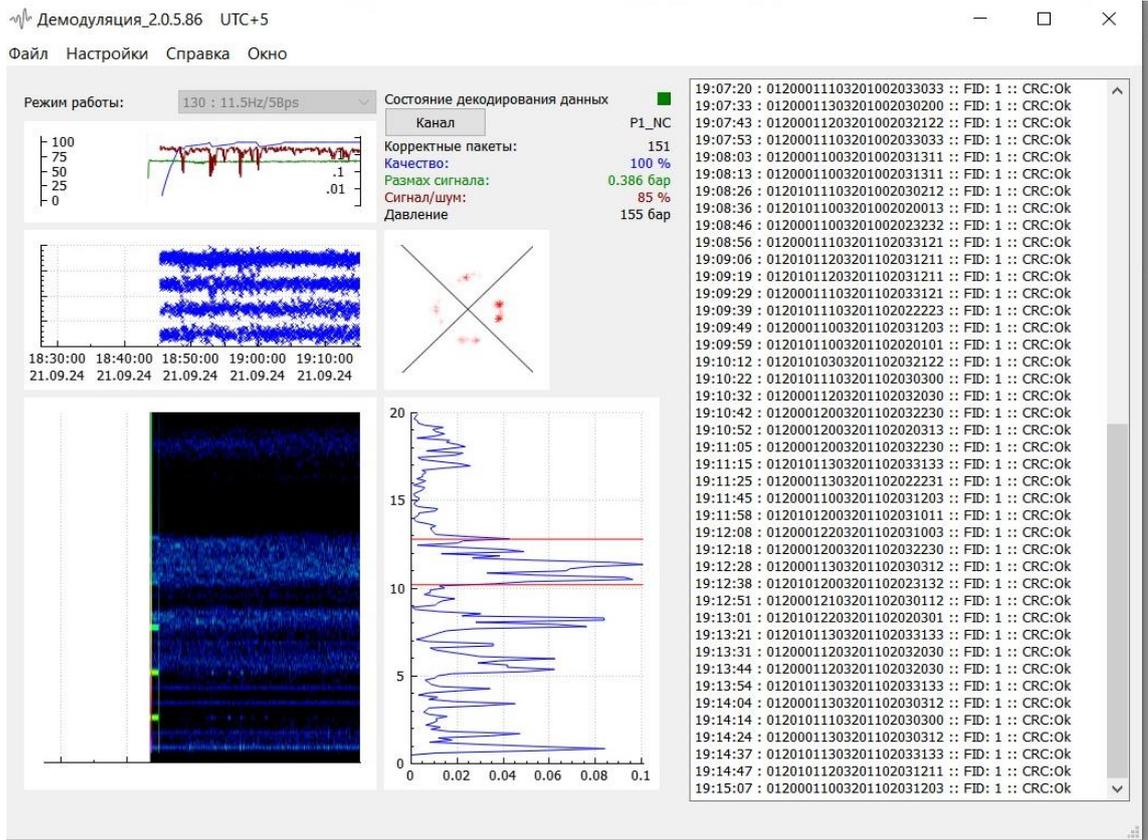


Затем было выполнено переключение в режим 20Hz/5bps. Во время работы не удалось запустить нужный режим декодирования из-за недоработки в ПО верхнего уровня, в итоге перешли на режим 7Hz/2bps.

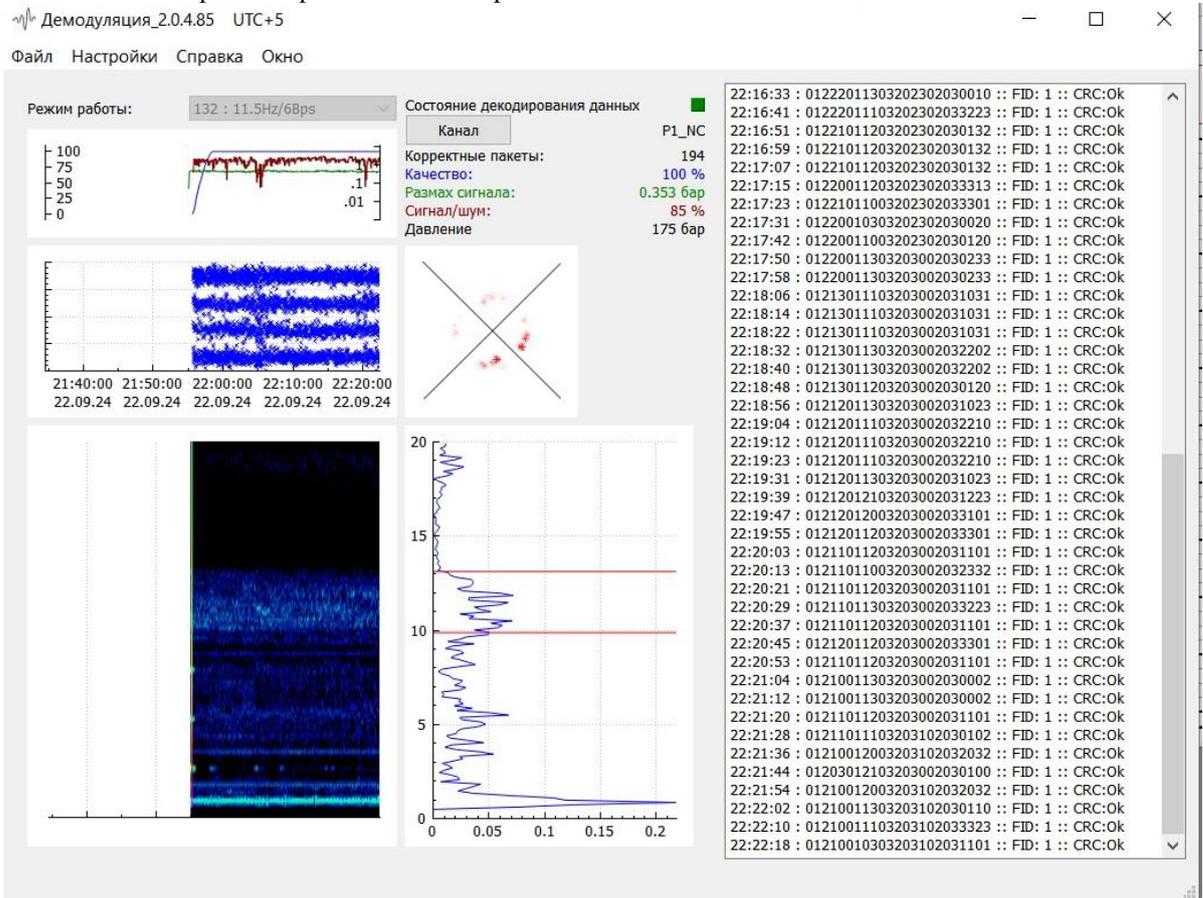


В этом режиме отработали порядка 10 часов.

С целью испытать режимы с высокой скоростью передачи переключились в режим 11.5Hz/5bps.



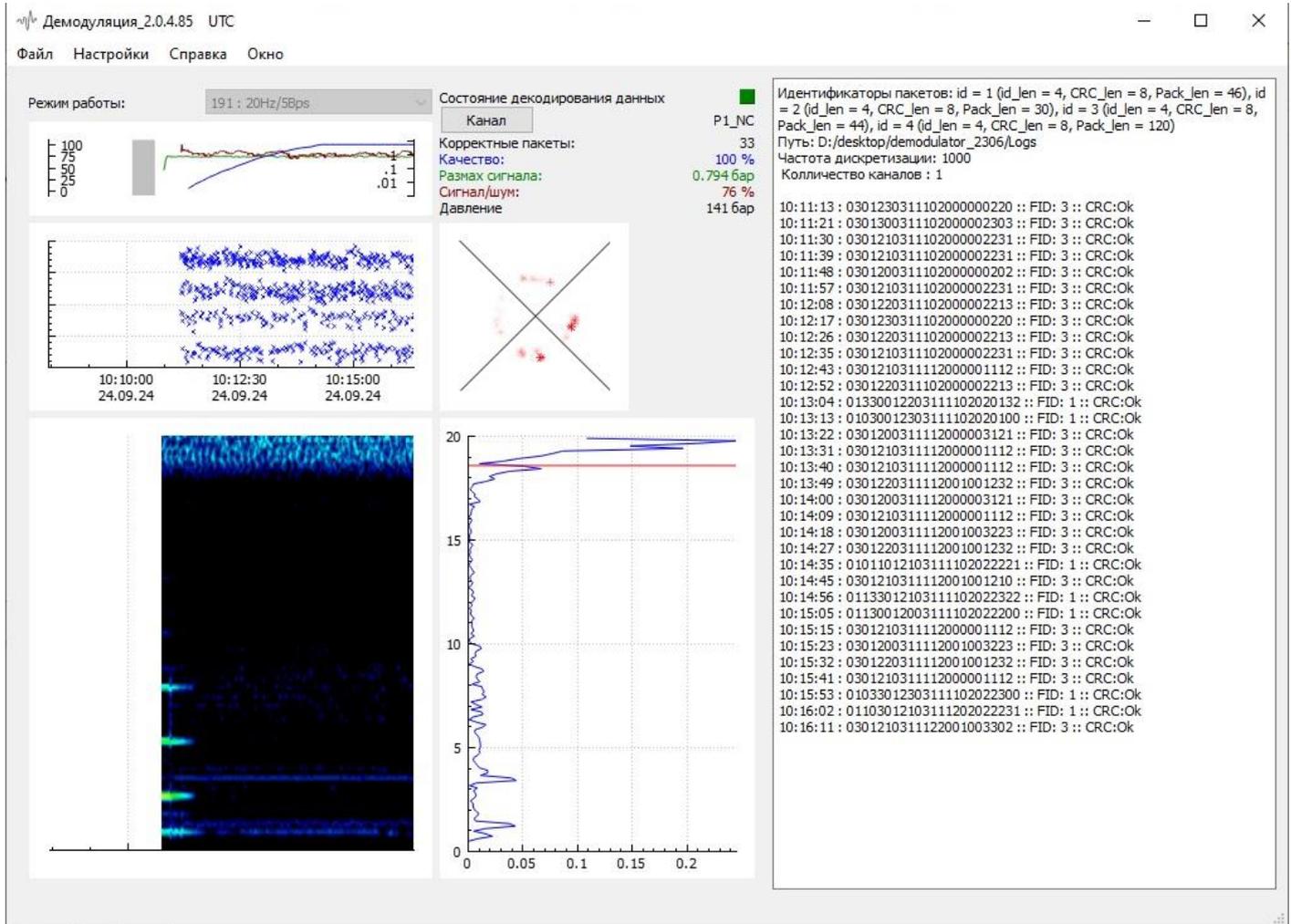
В данном режиме качество все время было порядка 100%, кроме того видно, что есть запас по точности фаз для более высокой скорости передачи. Переключились на режим 11.5Hz/6bps, но из-за той же проблемы в ПО не смогли в нем работать, поэтому вернулись в режим 11.5Hz/5bps. В нем работали около 25 часов. Во время работы программисту удалось поправить ПО и проверить его работу в режиме 11.5Hz/6bps на записанном материале. После этого перешли в режим 11.5Hz/6bps:



Отчет о полевых испытаниях 8 битного модулятора	Модулятор	№ ревизии:	309
		Страница:	4

В режиме 11.5Hz/6bps добурили скважину до конца.

После окончания работ был проанализирован полученный материал. В обновленном ПО для проверки работы на несущей частоте 20 Гц был «проигран» офлайн кусок сигнала, записанного в режиме 20Hz/5bps:



Отчет о полевых испытаниях 8 битного модулятора	Модулятор	№ ревизии:	309
		Страница:	5

**Скважина №2.**

**Интервал бурения:** ~ 1200-1500 м.

**Расход бурового раствора:** ~18л/сек.

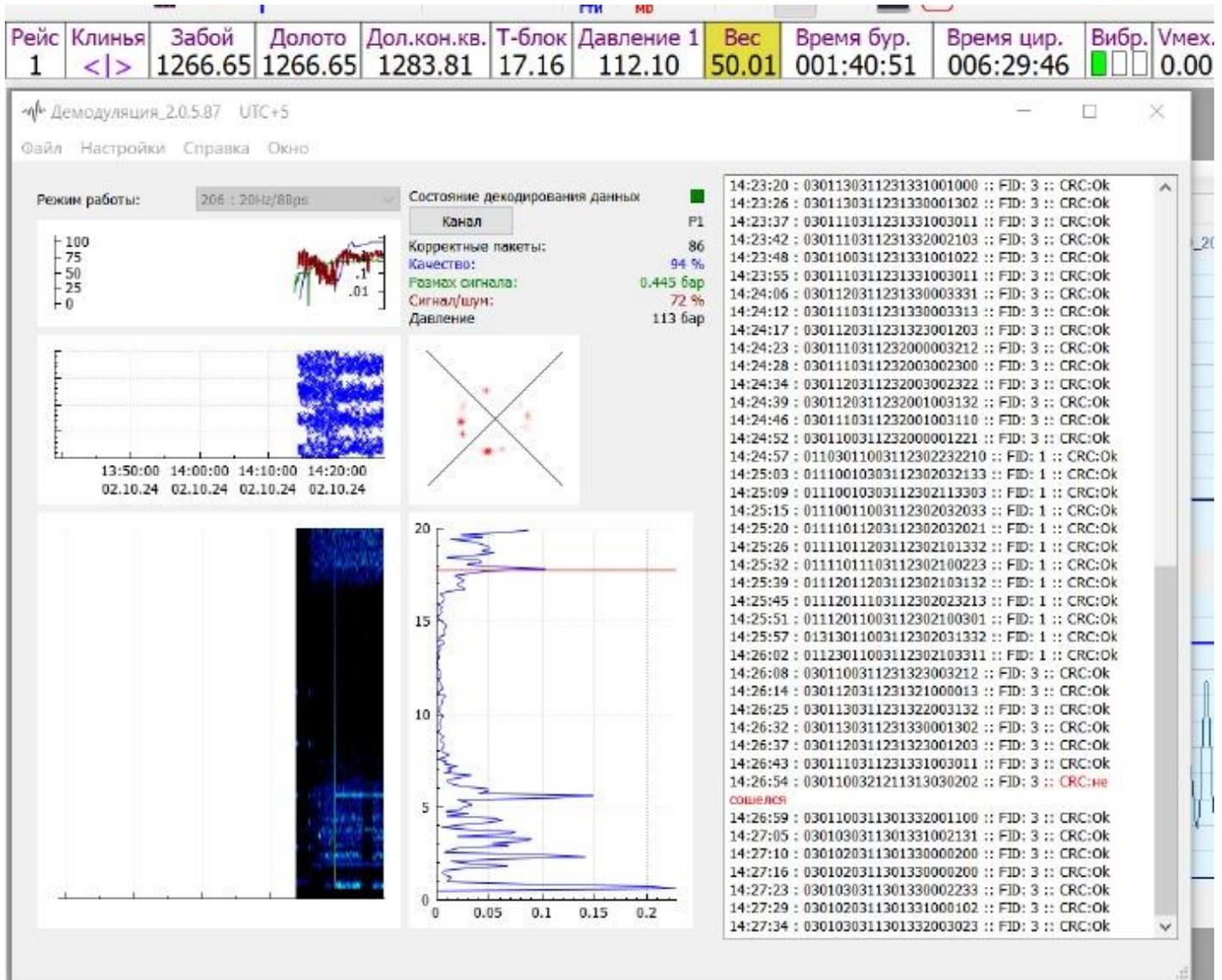
**Буровой раствор:** биополимерный, уд.вес 1,05 г/куб.см.

**Наработка модулятора за рейс:** ~ 40 часов.

**Количество датчиков давления:** один (не было возможности установить второй датчик).

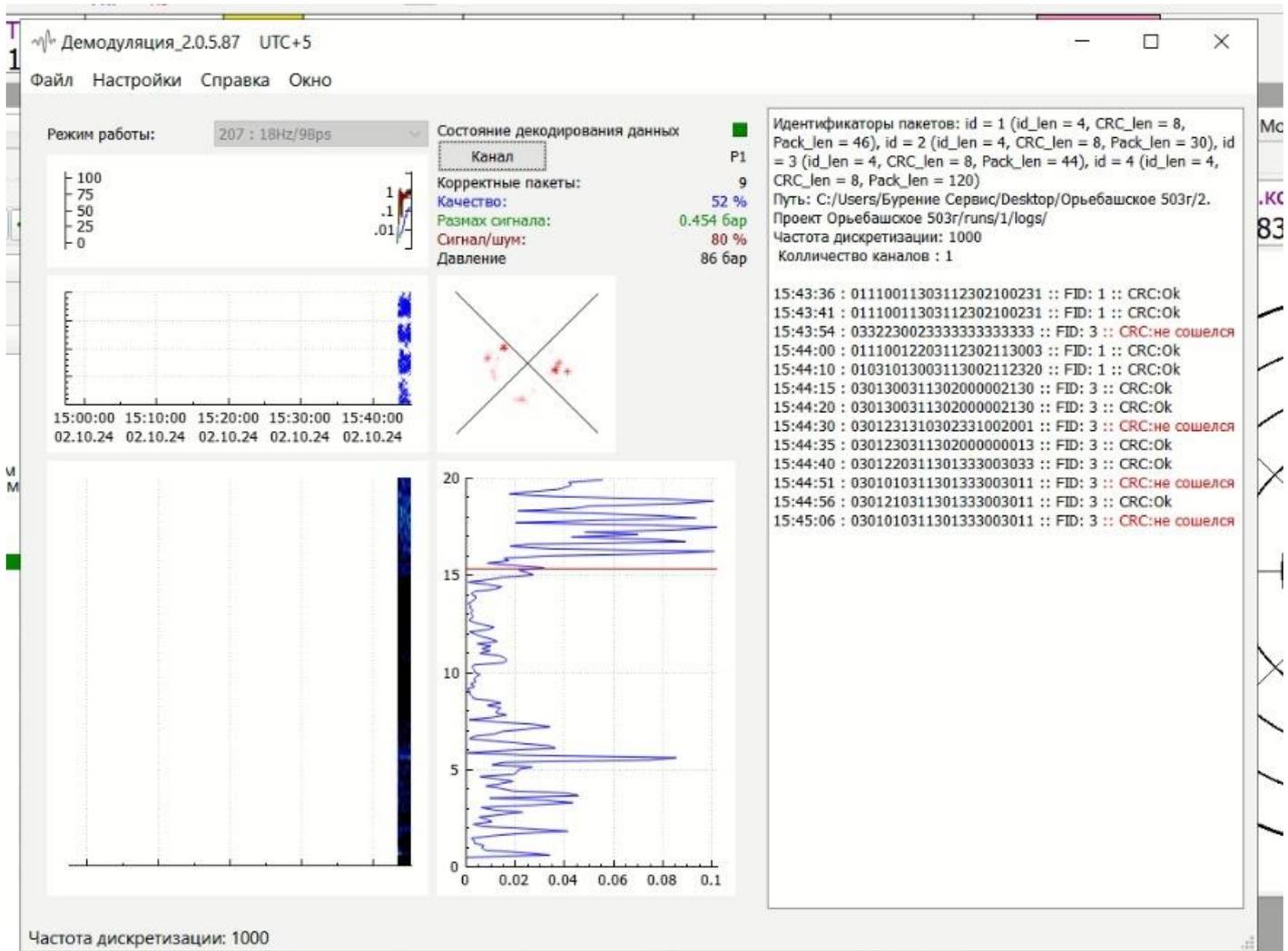
**Телесистема:** серийная телеметрическая система КОРВЕТ типоразмера 121 мм без модуля радиоактивного каротажа.

Во время выполнения работ на данной скважине были протестированы многие режимы с высокой несущей частотой и высокой скоростью передачи (6-9 бит/сек). Пример работы в режиме 20Hz/8bps:



Отчет о полевых испытаниях 8 битного модулятора	Модулятор	№ ревизии:	309
		Страница:	6

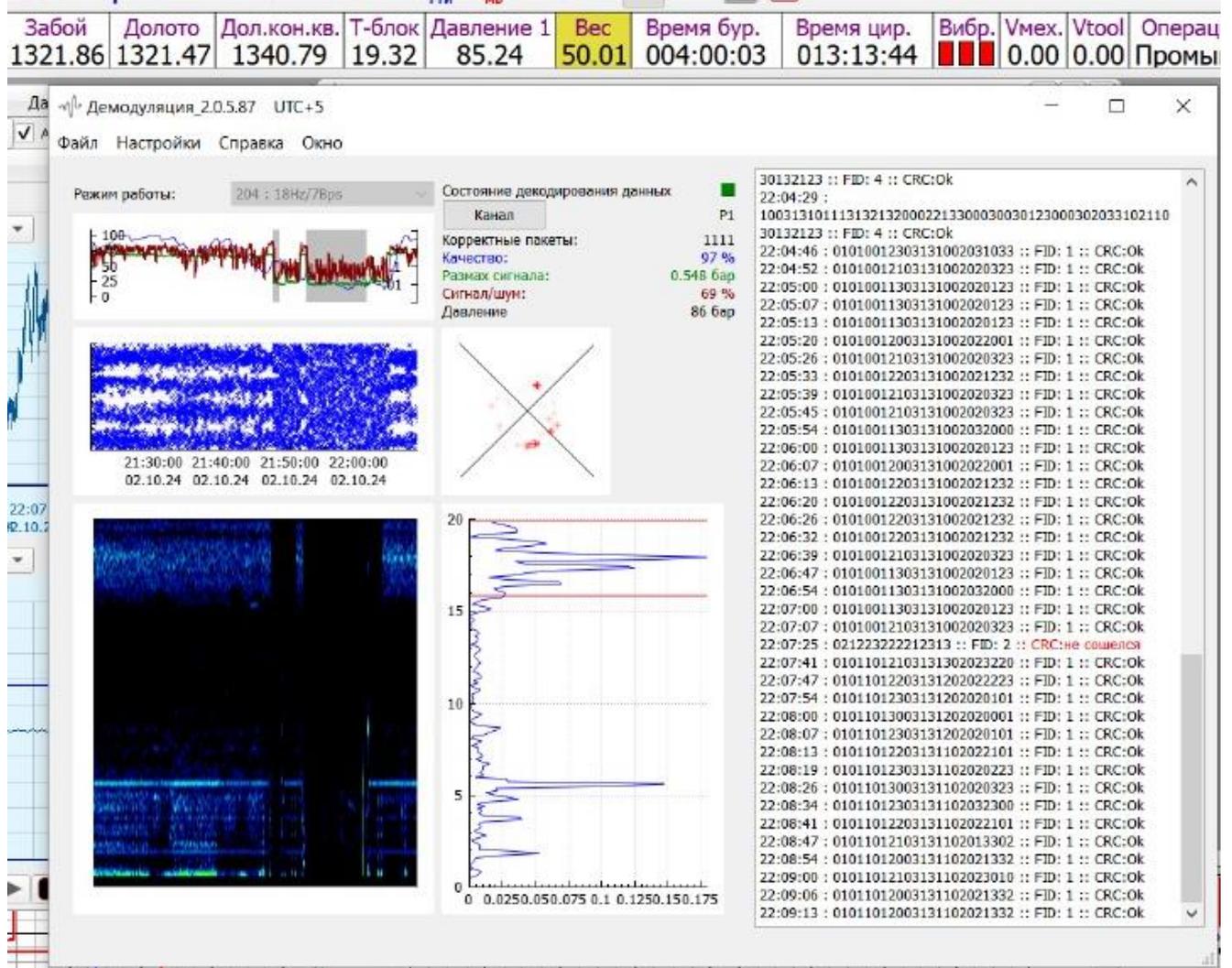
Пример работы в режиме 18Hz/9bps:



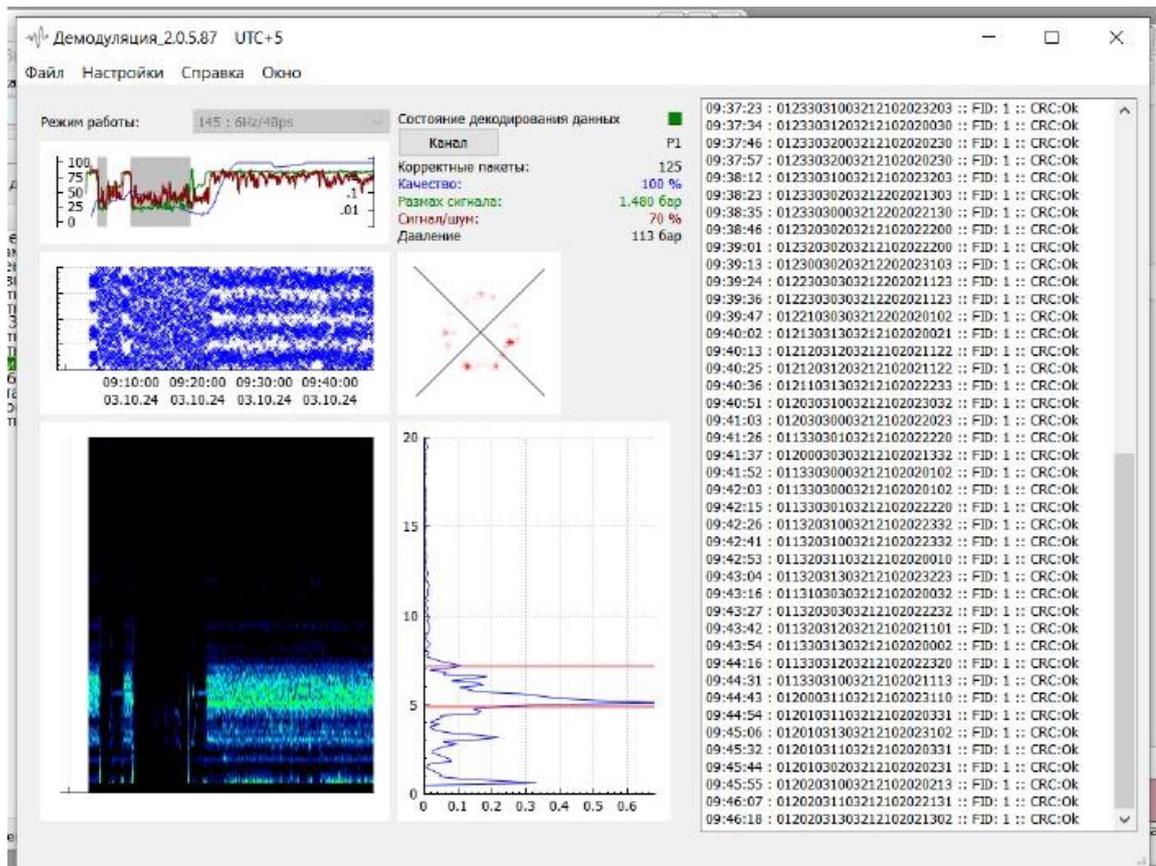
При работе на скорости 9 бит/сек среднее качество приема пакетов было в районе 50%. Были сложности со снятием статических замеров, из-за этого приняли решение перейти в режим 18Hz/7bps (снизить скорость на этой же несущей частоте)

Отчет о полевых испытаниях 8 битного модулятора	Модулятор	№ ревизии:	309
		Страница:	7

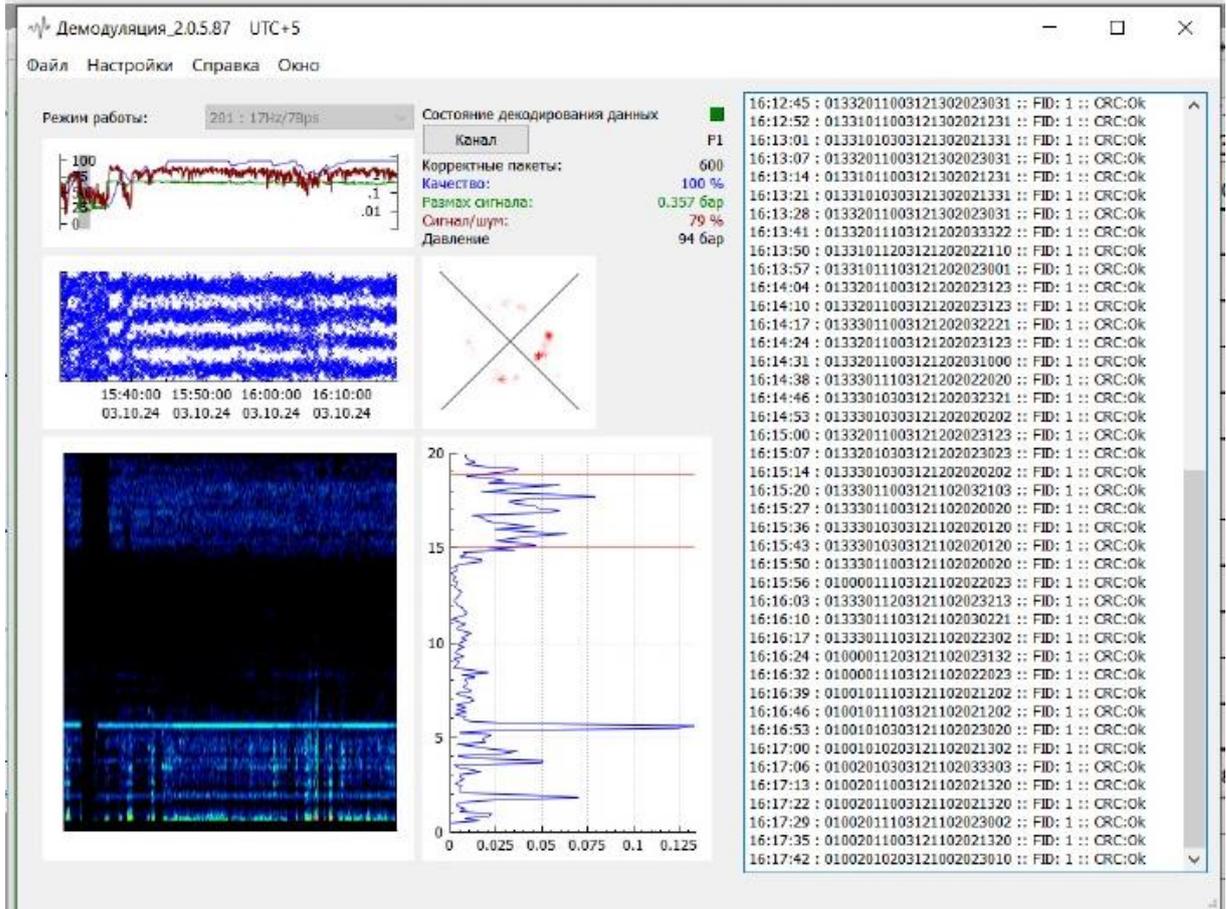
Пример работы в режиме 18Hz/7bps:



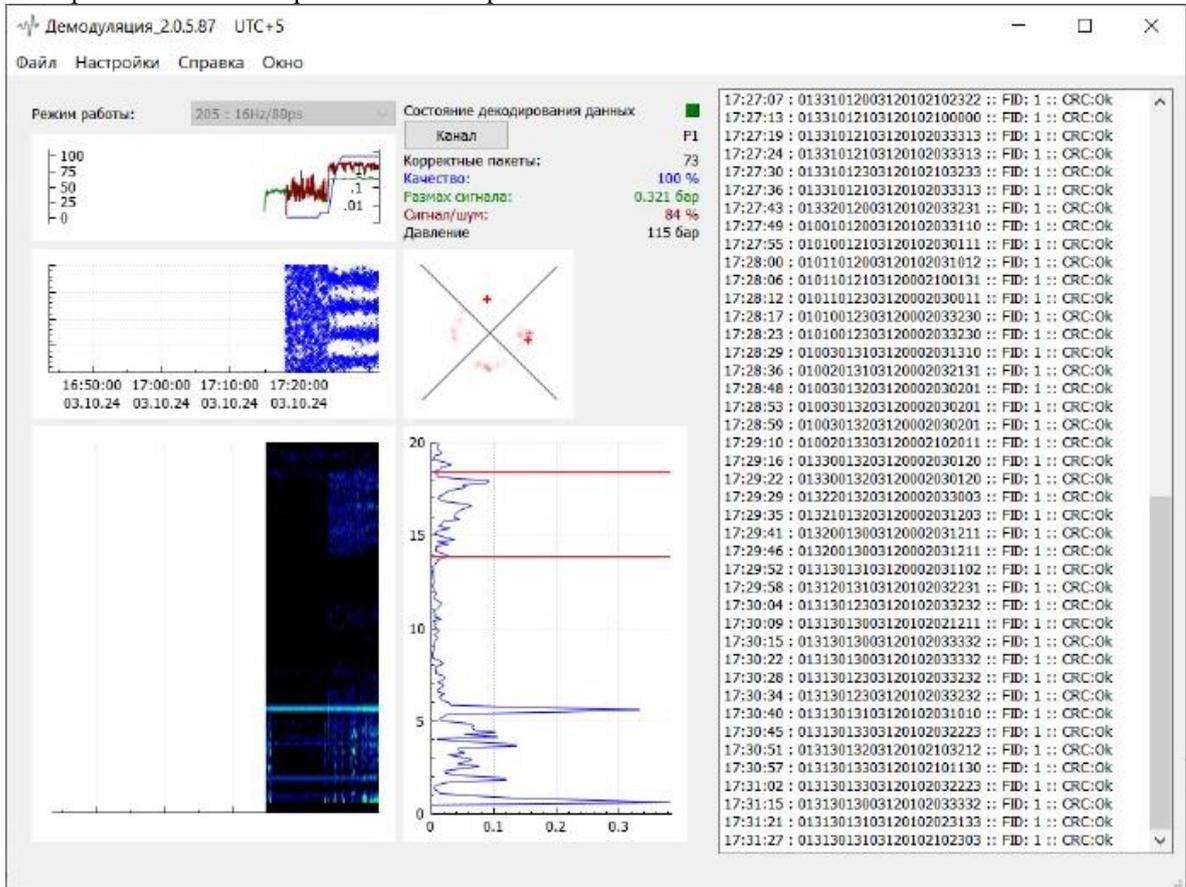
Далее сигнал немного ухудшился и перешли в режим работы 6Hz/4bps:



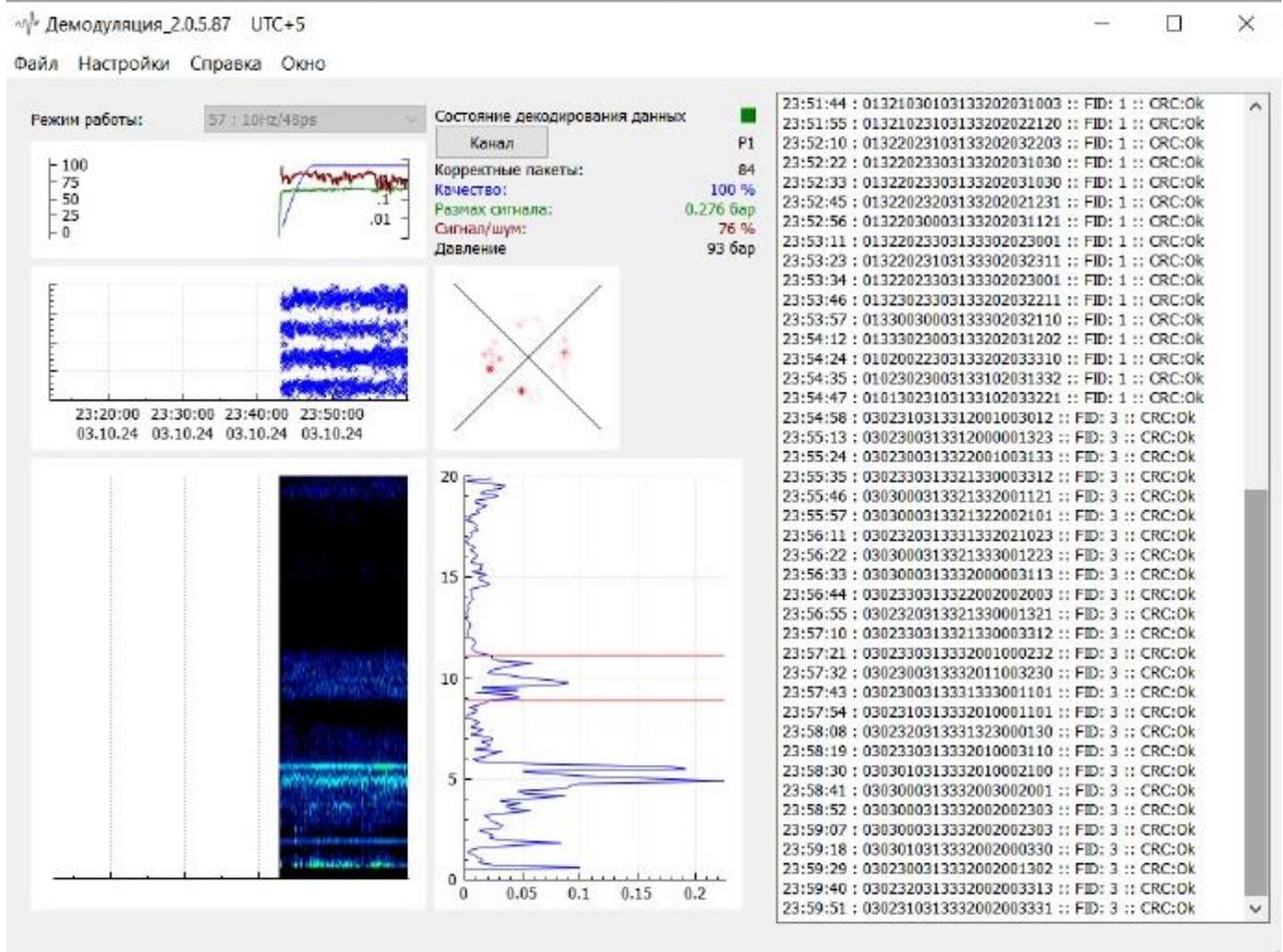
Провели процедуру тестирования линии связи, характеристики линии связи немного изменились. Перешли в режим 17Hz/7bps



Далее сменили режим на более скоростной 16Hz/8bps:



Под конец сменили режим на 10Hz/4bps, на нем и закончили бурение:



В таблице приведено суммарное время наработки для каждого режима на двух скважинах:

Скважина	Номер режима	Название режима (частота/скорость)	Качество декодирования, %	Время работы, ч
1	32	8 Hz/3 bps	≈100	3.5
1	9	7 Hz/2 bps	≈100	9.5
1	130	11.5 Hz/5 bps	≈100	24
1	132	11.5 Hz/6 bps	≈100	10
1	191	20 Hz/5 bps	≈100	3
2	198	19 Hz/6 bps	≈100	4
2	206	20 Hz/8 bps	80-95	2
2	207	18 Hz/9 bps	40-60	0.5
2	204	18 Hz/7 bps	70-100	10.5
2	145	6 Hz/4 bps	≈100	9
2	201	17 Hz/7 bps	70-100	4
2	205	16 Hz/8 bps	60-100	3
2	57	10 Hz/4 bps	≈100	7

Общая наработка модулятора за две скважины составила около **90 часов**.

O-24.09.2024\_Отчет о полевых испытаниях модулятора (8 битный)\_доработан.odt

Отчет о полевых испытаниях 8 битного модулятора	Модулятор	№ ревизии:	309
		Страница:	11

При работе на скважине переключения режимов происходило с использованием «быстрого» downlink (переключение режима занимает по времени 6,5 минуты).

При работе с модулятором использовался датчик давления новой конструкции с новым чувствительным элементом  
При работе с датчиком никаких проблем не возникло.

### **Выводы и рекомендации:**

1. Конструкция модернизированного модулятора обеспечивает работу с заявленной скоростью передачи данных;
2. Конструкция позволяет работать на высоких несущих частотах (20Гц);
3. Повышение несущей частоты позволяет достигать высоких скоростей передачи (4-9 бит/с) в нескольких режимах;
4. Модернизированный модулятор позволяет работать и в режиме пульсатора (проверено при опрессовке, при выдаче номера режима работы);
5. В целом качество сигнала очень хорошее, потребление по мощности – ожидаемое;
6. Встроенное ПО без сбоев принимает команды с поверхности в ускоренном формате («быстрый» downlink).
7. Испытания датчика давления новой конструкции признаны успешными.
8. Необходимо продолжить скважинные испытания при разных геолого-технологических условиях.