



Лаборатория методов медицинской физики

Опытный образец скважинного прибора для измерения диэлектрических характеристик пластового флюида

Я.В. Фаттахов¹, Д.А. Коновалов², А.Р. Фахрутдинов¹, В.А. Шагалов¹, Р.Ш. Хабилов¹, А.Н. Аникин¹

1. Лаборатория ММФ тел./факс: (843)2925750, e-mail: fattakhov@kfti.knc.ru, 2. Группа информационной безопасности, телекоммуникационных и сетевых технологий dak@kfti.knc.ru.

В лаборатории Методов медицинской физики разработан опытный образец прибора для измерения диэлектрических характеристик пластового флюида (БИДФ) скважинной лаборатории для определения фильтрационно-емкостных свойств пласта и свойств пластового флюида (СЛПФ). Процесс измерения заключается в измерении амплитудных и фазовых характеристик ВЧ колебаний, проходящих через измерительную конденсаторную ячейку заполненную, исследуемым флюидом.

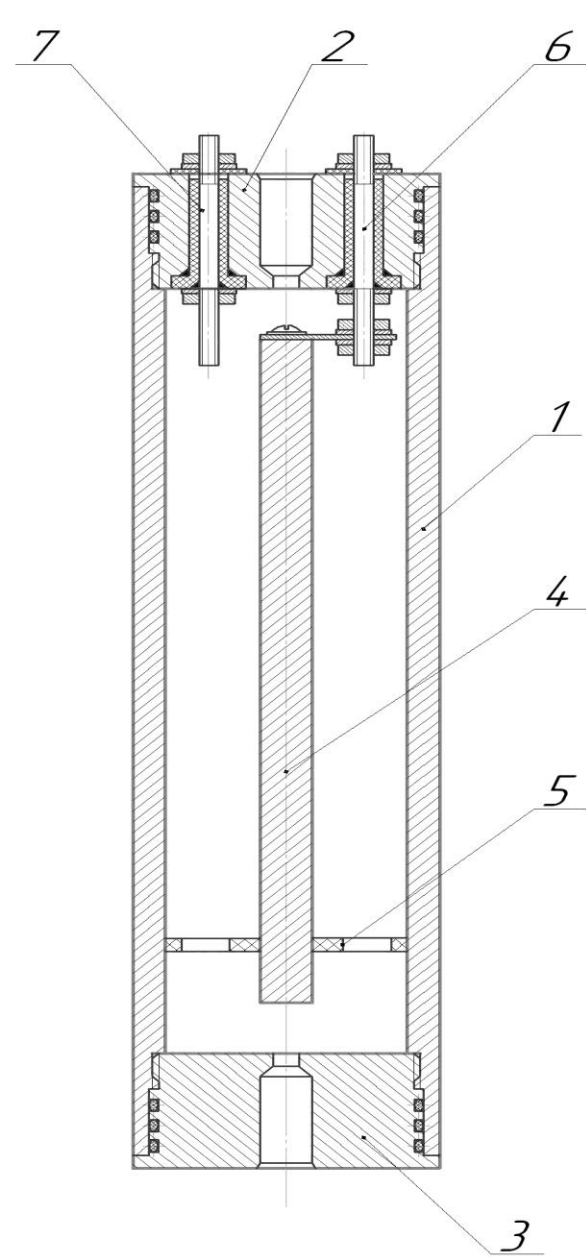
Основные технические характеристики БИДФ:

Измерение диэлектрической проницаемости на двух частотах;
 Диапазон рабочих частот 1–100 МГц;
 Напряжение питания не более 5 вольт;
 Потребляемый ток не более 1 ампера;
 Длина прибора – не более 2.0 м;
 Вес прибора – не более 100 кг.

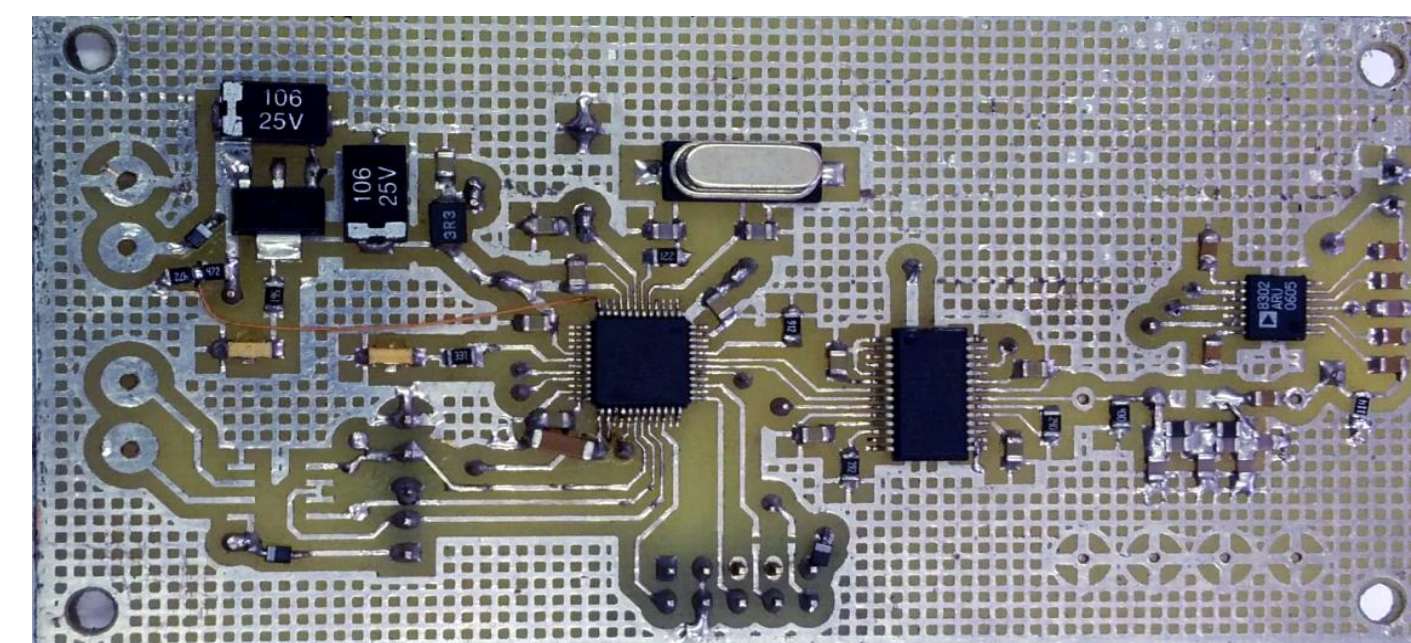
Основные эксплуатационные характеристики БИДФ:

Диаметр исследуемых скважин – от 170 мм до 300 мм;
 Температура в скважине – от +10 до +120°C;
 Гидростатическое давление жидкости в скважине – до 100 МПа;
 Угол отклонения скважины от вертикали не более 30 градусов.

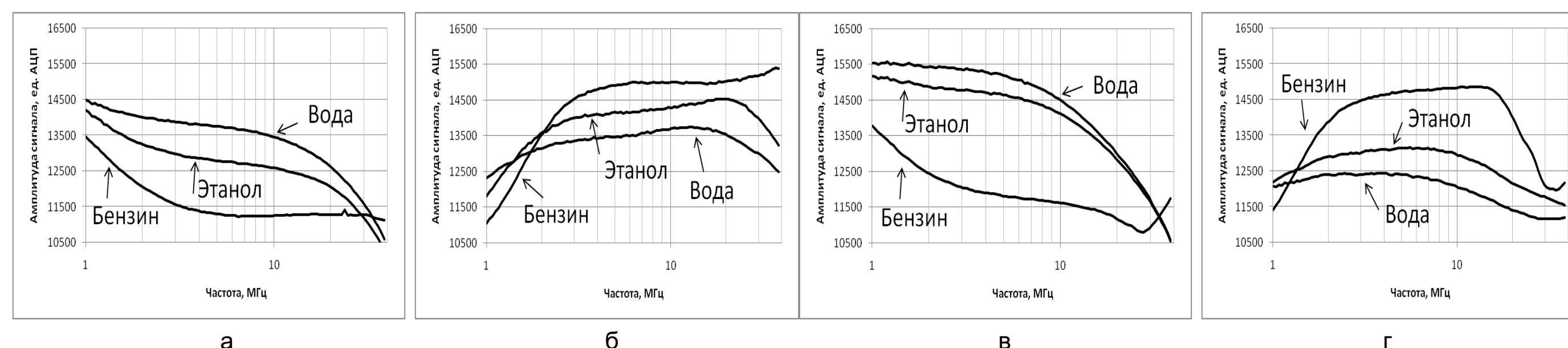
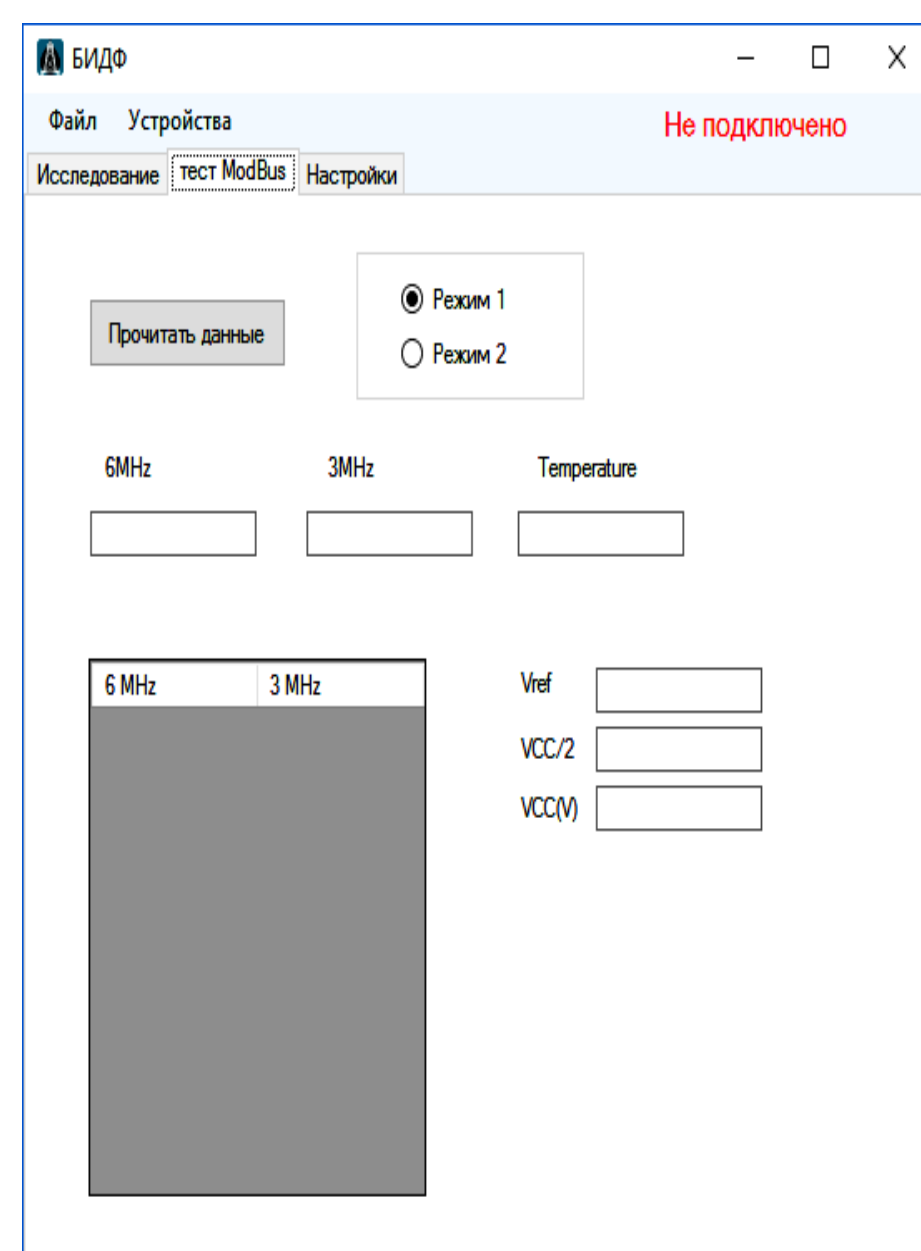
Прибор для измерения диэлектрических характеристик пластового флюида состоит из измерительной ячейки, детектирующего модуля, управляющего микроконтроллерного модуля и блока питания.



В измерительной ячейке применен конденсатор с электродами различной длины, что позволяет измерять содержание нефти в исследуемом флюиде в высокой точности для различных концентрации нефти в пластовом флюиде. Конструктивно измерительная ячейка представляет собой измерительный конденсатор, состоящий из корпуса 1 (наружный электрод) и двух внутренних электродов различной длины 4 и 7, зафиксированных от радиальных перемещений с помощью диэлектрических вставок 5 с отверстиями для протекания скважинного флюида. С двух сторон к корпусу 1 с помощью резьбы и уплотнений присоединены фланцы 2 и 3, которыми блок ячеек крепится к шасси с электроникой. Во фланцах также имеются отверстия для скважинного флюида. Электрод 4 через отверстия во фланце 2 с помощью металлических шпилек 6 и 7 (шпилька 7 одновременно выполняет функцию короткого внутреннего электрода), размещенных в проходном изоляторе, подключены к детекторному модулю, размещенному на шасси с электроникой.



Микроконтроллерный модуль предназначен для управления процессом измерения, предварительной обработки результатов измерений и передачи их в СЛПФ. Измерительный модуль предназначен для формирования ВЧ сигнала и измерения амплитудных и фазовых характеристик ВЧ колебаний, проходящих через измерительную ячейку, заполненную исследуемым флюидом.



На рисунках представлены результаты проведенных предварительных испытаний прибора для двух фиксированных длин центральных электродов. Частотные зависимости сигналов детекторных выходов детектирующего модуля для трех тестовых жидкостей и для двух различных длин электродов – 50 мм (а и б), 150 мм (в и г), а, в – сигнал, пропорциональный отношению амплитуд; б, г – сигнал, пропорциональный разности фаз. Эксперименты проводились для трех тестовых жидкостей: воды, этанола и бензина с диэлектрическими проницаемостями 80, 24 и 2 относительных единицы соответственно. Испытания проводились на частотах от 1 до 38.5 МГц.

Из приведённых данных видно, что для определения диэлектрической проницаемости необходимо учитывать сигнал от обоих выходов детектора. Для этого необходимо получить калибровочную кривую на выбранной частоте из рабочего диапазона частот. Экспериментальные точки аппроксимировались аналитической функцией, которая затем была запрограммирована в ПЗУ микроконтроллера.

Проведенные испытания показали, что тестовые вещества с различными значениями диэлектрической проницаемости уверенно дифференцируются с помощью данного скважинного прибора.

Для тестирования БИДФ разработано специализированное программное обеспечение, эмулирующее работу приемного модуля СЛПФ.