

**ИНГГ**



**ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И  
ГЕОФИЗИКИ ИМ. А.А. ТРОФИМУКА СО РАН  
(год образования 1957)**



---

**27-28 ноября 2018 г., визит ПАО Татнефть  
Новосибирский Академгородок**

# Институт нефтегазовой геологии и геофизики

Институт включает

отделения:

- геологии нефти и газа
- стратиграфии и седиментологии
- геофизики

лабораторию геодинамики и палеомагнетизма

филиалы:

- Западно-Сибирский (г. Тюмень)
- Томский (г. Томск)
- Ямало-Ненецкий (г. Надым)

НИС «о-в Самойловский» (Якутия)

обсерватории и стационары:

- Ключи (НСО)
- Быстровка (НСО)
- Энхалук (Бурятия)
- Акташ (Горный Алтай)

20-25 полевых отрядов в составе 3-х экспедиций

# Институт нефтегазовой геологии и геофизики



# Основные направления научной деятельности

Фундаментальные исследования и прикладные работы, направленные на решение приоритетных научных проблем, способствующих развитию Сибири и Российской Федерации:

- **осадочные бассейны:** закономерности образования и строения; теория нефтидогенеза;
- **внутреннее строение Земли,** ее геофизические поля, современные геодинамические процессы; сейсмология;
- **глобальная и региональная стратиграфия;** биогеохронология, типизация экосистемных перестроек в протерозойско-фанерозойской истории осадочных бассейнов;
- **месторождения углеводородов и углей,** закономерности их размещения; стратегические проблемы развития топливно-энергетического комплекса;
- **геофизические и геохимические методы** поисков и разведки месторождений: теория, технологии, математическое обеспечение и программы, информационные и измерительные системы, приборы и оборудование.

**ИНГГ**

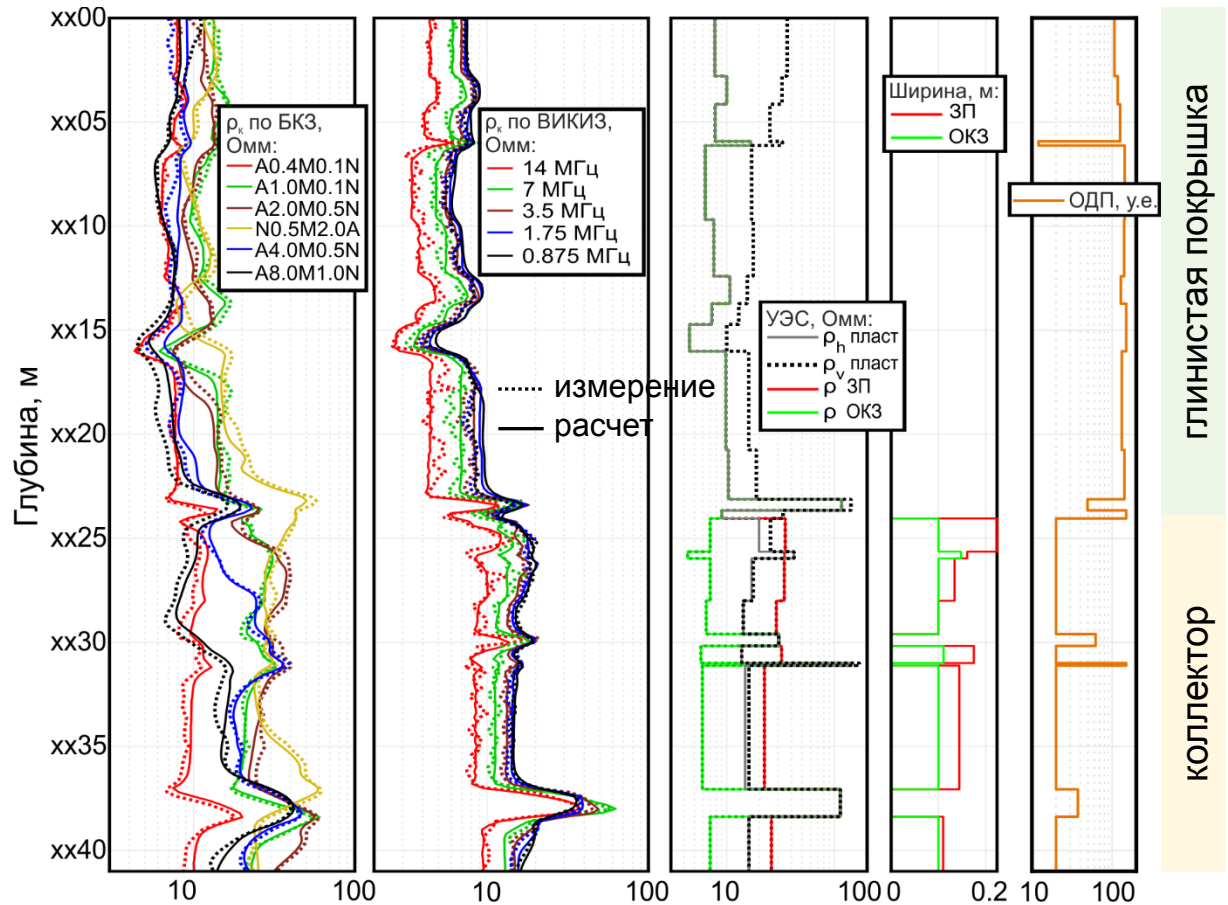
# **ЗАВЕРШЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ГЕОФИЗИКИ**



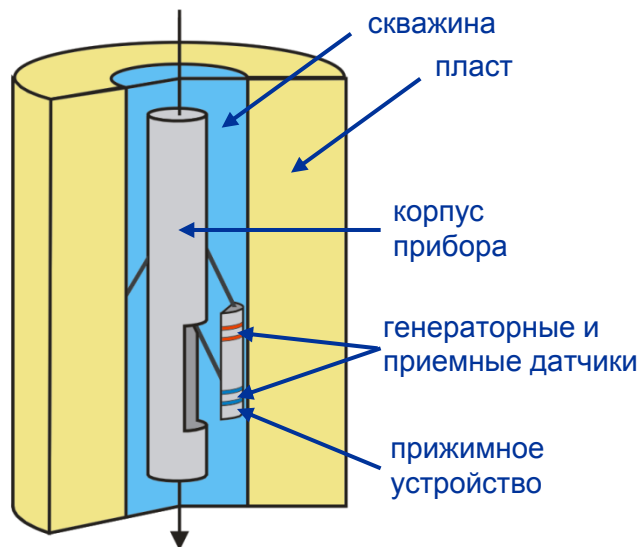
# Программный комплекс численной инверсии данных электрического и электромагнитного каротажа с определением электрофизических параметров терригенных и карбонатных нефтяных коллекторов юры и палеозоя

Разработаны алгоритмы решения трехмерных прямых и обратных задач индукционного и гальванического каротажа на основе распараллеленных методов конечных элементов и глобальной оптимизации с их программной реализацией. Создан программный пакет совместной инверсии данных ИК, ВЭМКЗ, БКЗ и БК с построением единой трансверсально-изотропной модели комплексной электропроводности с учётом её частотной дисперсии.

Применительно к изучению терригенных и карбонатных коллекторов юры и палеозоя разработаны методические приемы интерпретации данных комплекса СКЛ, апробированные на реальных практических материалах и согласованные с результатами лабораторных исследований керна. Это позволяет существенно поднять достоверность заключений о типе флюидонасыщения и нефтесодержании.



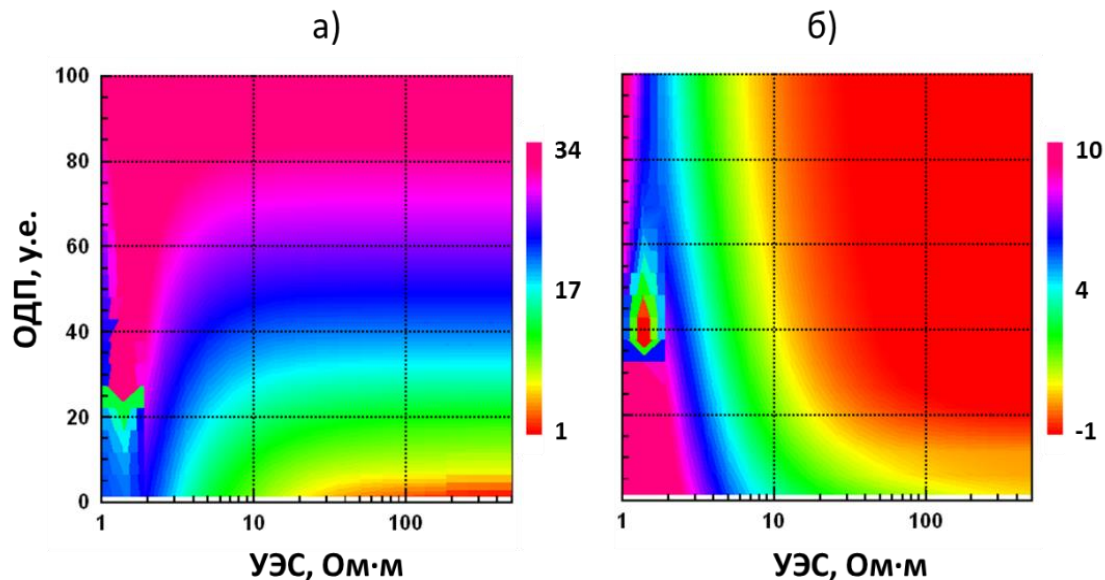
**Разработаны теоретические основы диэлектрического электромагнитного зондирования залежей ТРИЗ. Создано программно-алгоритмическое обеспечение нового метода диэлектрической спектроскопии для достоверной оценки типа насыщения пород-коллекторов и изучения глинистых сланцев**



**Модель среды и диэлектрического прибора**

Рабочие частоты: **20 – 500 МГц**

Длины зондов: **0.2 – 0.8 м**



*Разность фаз (а) и затухание амплитуд (б) в зависимости от УЭС и ОДП пласта. Зонд 0.5 м, частота 100 МГц*

Разное поведение разности фаз и затухание амплитуд обеспечивает повышенное пространственное разрешение диэлектрического зонда

Разработанная теоретическая база и анализ результатов численного моделирования позволили обосновать оптимальную конфигурацию новой электромагнитной зондирующей системы, предназначенной для изучения электрофизических свойств залежей углеводородов с трудноизвлекаемыми запасами

# Новый электромагнитный прибор для высокоразрешающего каротажа нефтегазовых скважин



Испытания на водоёмах

- Разработан по заказу ПАО «НК «Роснефть»
- Не имеет отечественных и прямых зарубежных аналогов
- Позволяет изучать коллекторы сложного строения



Лабораторный макет: испытан на водоёмах Новосибирской обл.

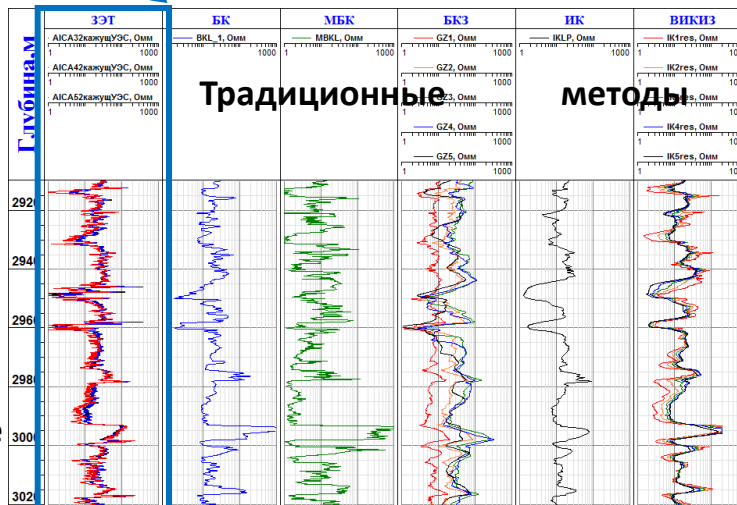


Опытный образец: испытан в нефтяной скважине Самарской обл.

Пространственное разрешение диаграмм электромагнитного прибора **превосходит** возможности традиционных методов электро- электромагнитного каротажа



Опытно-промышленные работы



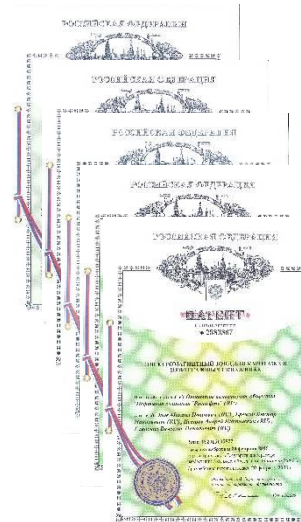
Новые решения:



Верхний и нижний узлы генераторной катушки



Узел приёмной торoidalной катушки





В ИНГГ СО РАН совместно с НПП ГА «Луч» по заказу ПАО «НК «Роснефть» выполнено теоретическое обоснование, проектирование и разработка электромагнитного зонда на базе новой конфигурации системы измерения для высокоразрешающего каротажа нефтяных скважин. Многозондовый многочастотный мультирежимный скважинный прибор с тороидальными генераторными и приёмными катушками (ЗЭТ), не имеющий отечественных и прямых зарубежных аналогов, предназначен для изучения макроанизотропных свойств тонкослоистых коллекторов. Разработка завершена успешными опытно-промышленными испытаниями.

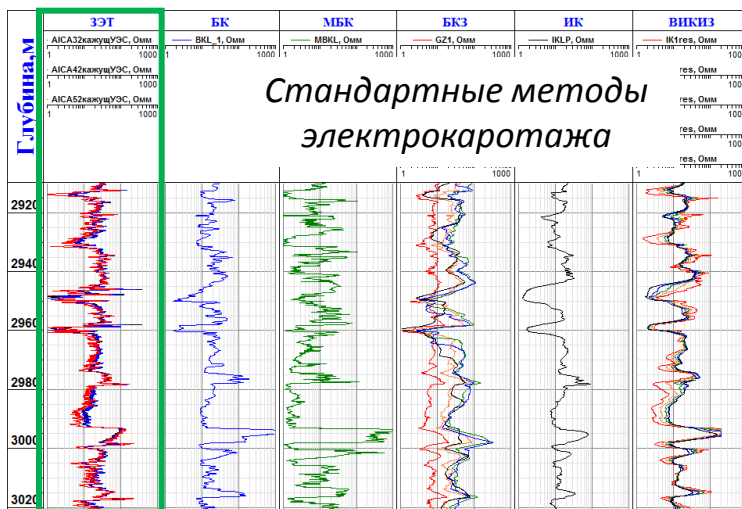


Тестирование лабораторного макета

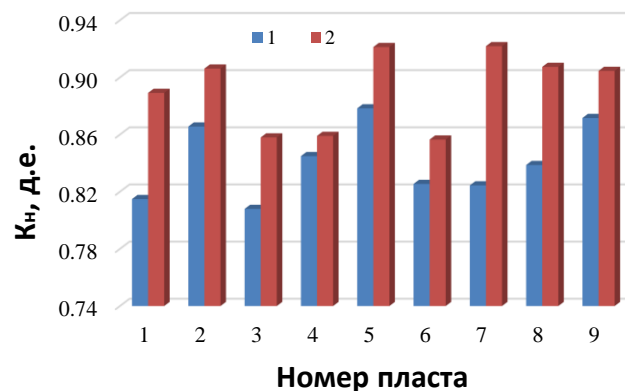


Испытание опытного образца прибора

Пространственное разрешение ЗЭТ, не уступающее разрешающей способности традиционных методов, а в случае изучения макроанизотропных параметров их превосходящее, позволяет исследовать тонкослоистые коллекторы, выявляя среди них пропущенные и уточнять их петрофизические характеристики.



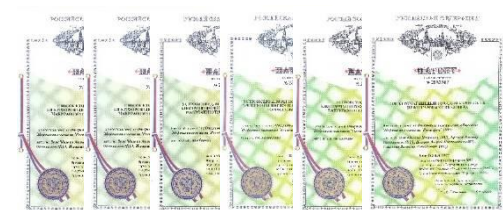
*Уточнение коэффициента нефтенасыщения по результатам ОПИ*



Предложены новые оригинальные технические решения, защищённые 6 патентами РФ.



Унифицированные узлы генераторной и приёмной катушек



# Модель прибора, системы и режимы работы зонда с тороидальными катушками



**Условия  
“возбуждения-наблюдения”:**

**длины зондов**

$z = 0.25, 0.5, 0.75$  м

**частоты**

10, 25, 55, 100, 250 кГц

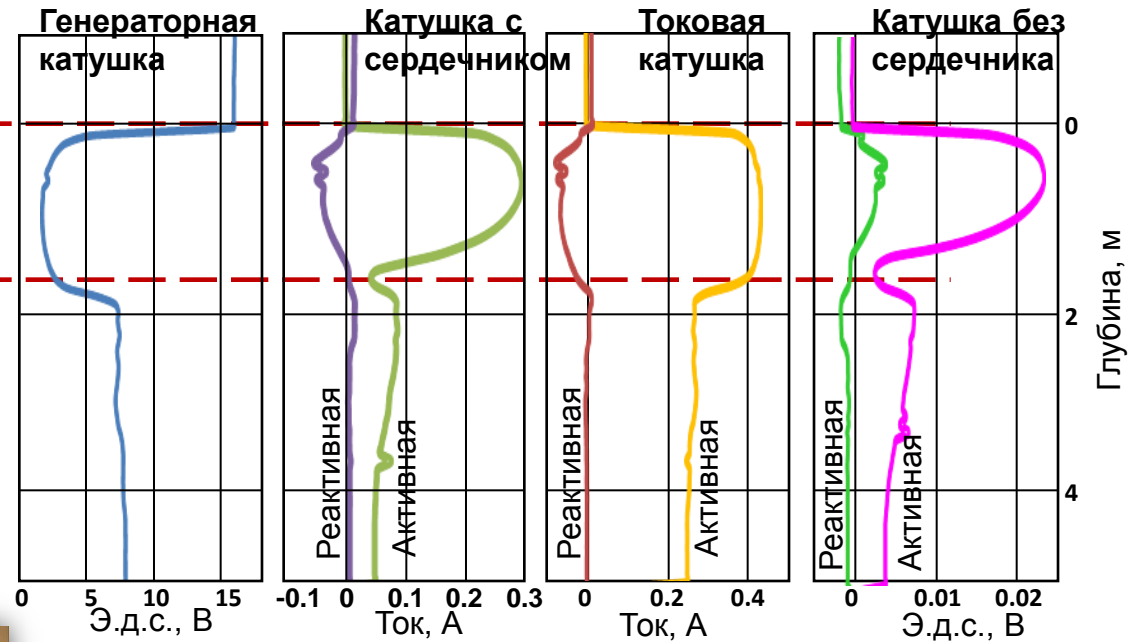
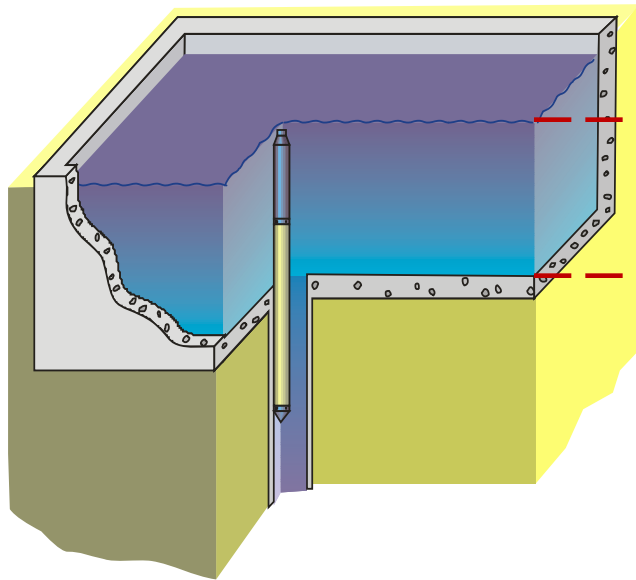
**Измеряемые сигналы:**

реальная и мнимая составляющие:

- э.д.с., наведённой в приёмной катушке
- плотности тока на корпусе прибора



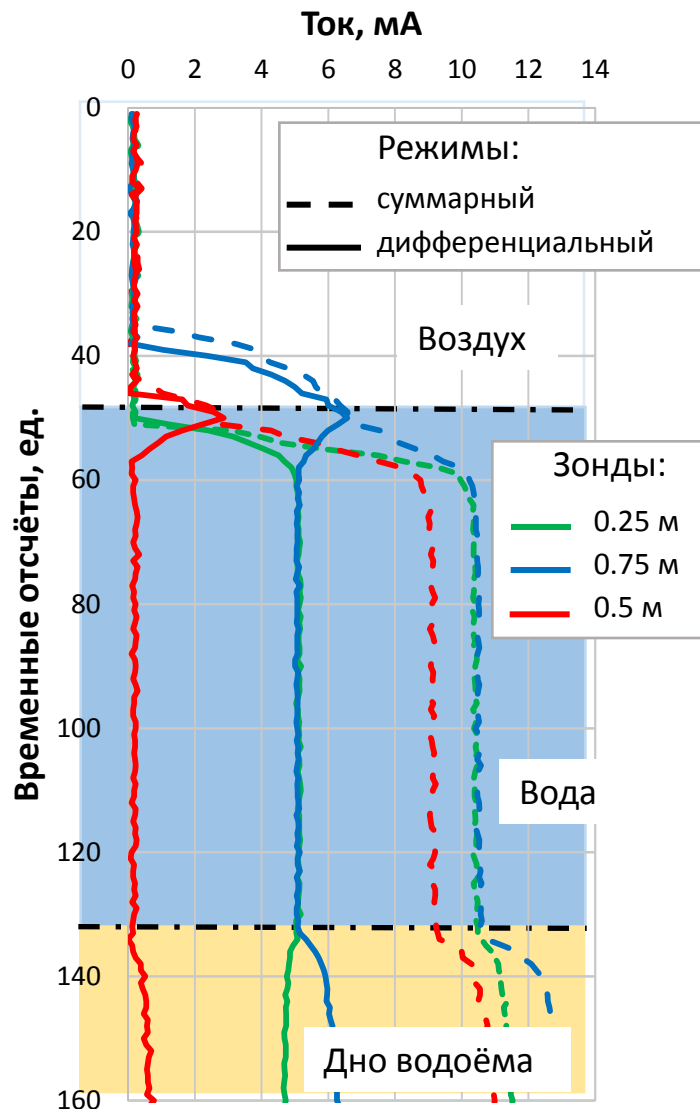
# Тестовый объект: метрологический бак



## Физическое моделирование:

- калибровка (подключение резисторов разного сопротивления)
- погружение зонда в электролит на разную глубину
- спуск-подъем зонда в метрологический бак и скважину

# Модернизированный лабораторный макет электромагнитного зонда

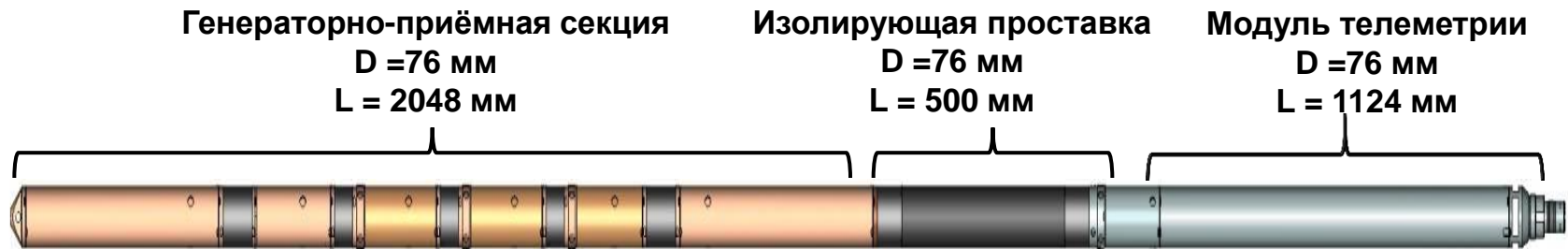


С использованием модернизированного макета прибора записаны сигналы в однородных изотропных средах и при профилировании границы «воздух-вода» в суммарном и дифференциальном режимах

По результатам экспериментов и численного моделирования проведена доработка макета: оптимизация электронных схем и печатных плат, доводка основных конструктивных элементов корпуса

На основе исследования доработанного макета разработана конструкторская документация на опытный образец электромагнитного зонда, спроектирован и изготовлен опытный образец

# Разработка опытного образца электромагнитного зонда с модулем телеметрии



Зонд содержит генераторно-приёмную секцию с узлами генераторных и приёмных катушек и электронными узлами, изолирующую проставку, модуль телеметрии

## Основные характеристики прибора:

Длина, м.....3.672  
Диаметр, м.....0.076  
Масса, кг.....45  
Максимальное давление, МПа.....100  
Максимальная температура, °C.....150



Внешний вид опытного образца

# Проведение лабораторных термобарических испытаний



Испытания в камере высокого давления и температуры



Испытания на удар в поперечной плоскости



Виброиспытания



Испытания на удар по оси прибора

ООО НПЦА «ЛУЧ»  
Отдел технического контроля

ПРОТОКОЛ № 19-1 от 16.05.2016 г.

Испытание на воздействие повышенного гидростатического давления.

Испытание проводилось в испытательной лаборатории ЗАО НПЦА «ЛУЧ» на установке высокого давления УНСЛР-ДТ ваз. №0242000003 в соответствии с заданными технологическими режимами на испытание и с использованием технологических записей (эскизов) для объекта испытаний.

Качество испытаний на воздействие повышенного гидростатического давления и оценка устойчивости или не устойчивости испытаний определяется по целостности корпуса изделия (отсутствие разрушений или вмятин), а также по отсутствию выды в полости корпуса, коррозии и перекосам.

Объект испытаний: Вод. измерительный прибор

№ 02.02.01.20.00 № 11110101

Режим испытаний: Давление 100 МПа, выдержка 15 минут;

Результат испытаний: удов.

Назначение испытательной лаборатории: Испыт. Лицензия В.2.3.

Назначение ОТК: Испыт. Сертификат Е.А.

Представитель заказчика: \_\_\_\_\_

Протоколы испытаний

## Параметры испытаний:

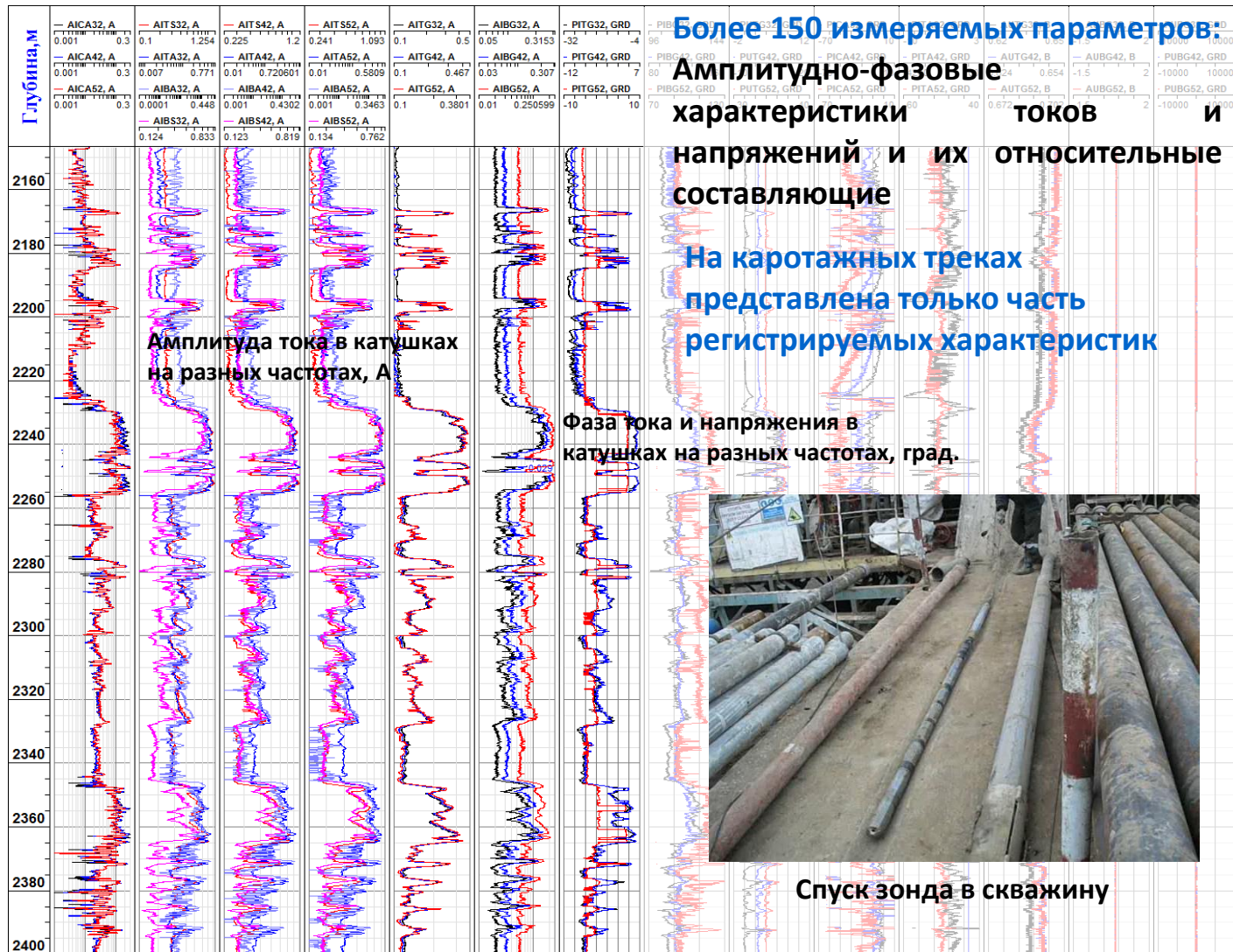
Температура 150°C  
Давление 100 МПа  
Максимальное ускорение ударов 150 м/с<sup>2</sup>

**После всех испытаний опытный образец сохранял работоспособность**

# Результаты предварительных опытно-промышленных испытаний



Сигналы зонда в дифференциальном режиме



# Иерархический алгоритм построения конечноэлементного разбиения на основе данных КТ-сканирования

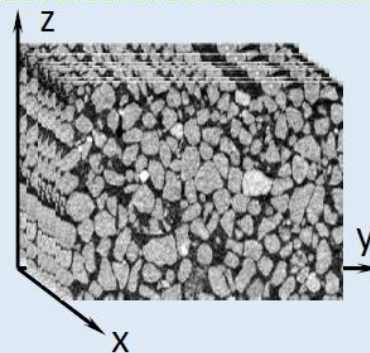
## Методы неразрушающей визуализации

- Рентгеновская микротомография;
- Электронная микроскопия;
- Магнитно-резонансная томография;
- Компьютерная томография

## послойные изображения гетерогенной среды (сканы)

- высокое разрешение ( $\sim 10^9$  vox.);
- малый шаг сканирования ( $\sim 1$  нм);

Большие объемы данных

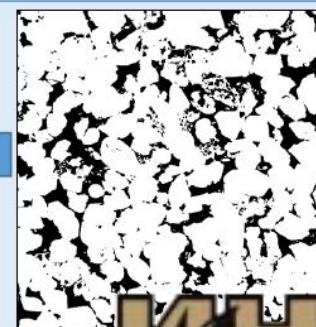
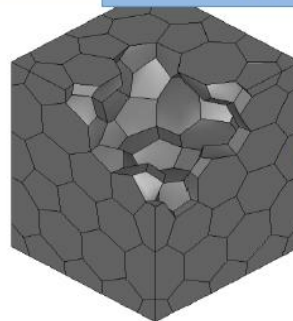
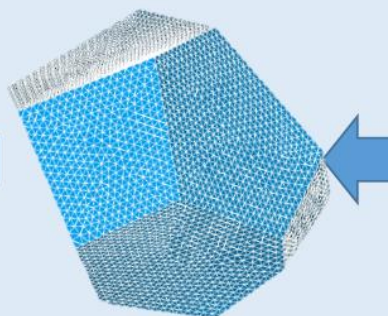


## Построение конечноэлементной дискретизации

3. Восстановление внутренней структуры и построение разбиения на микроуровне – **независимо** в каждой подобласти

2. Разбиение на полиэдральные подобласти

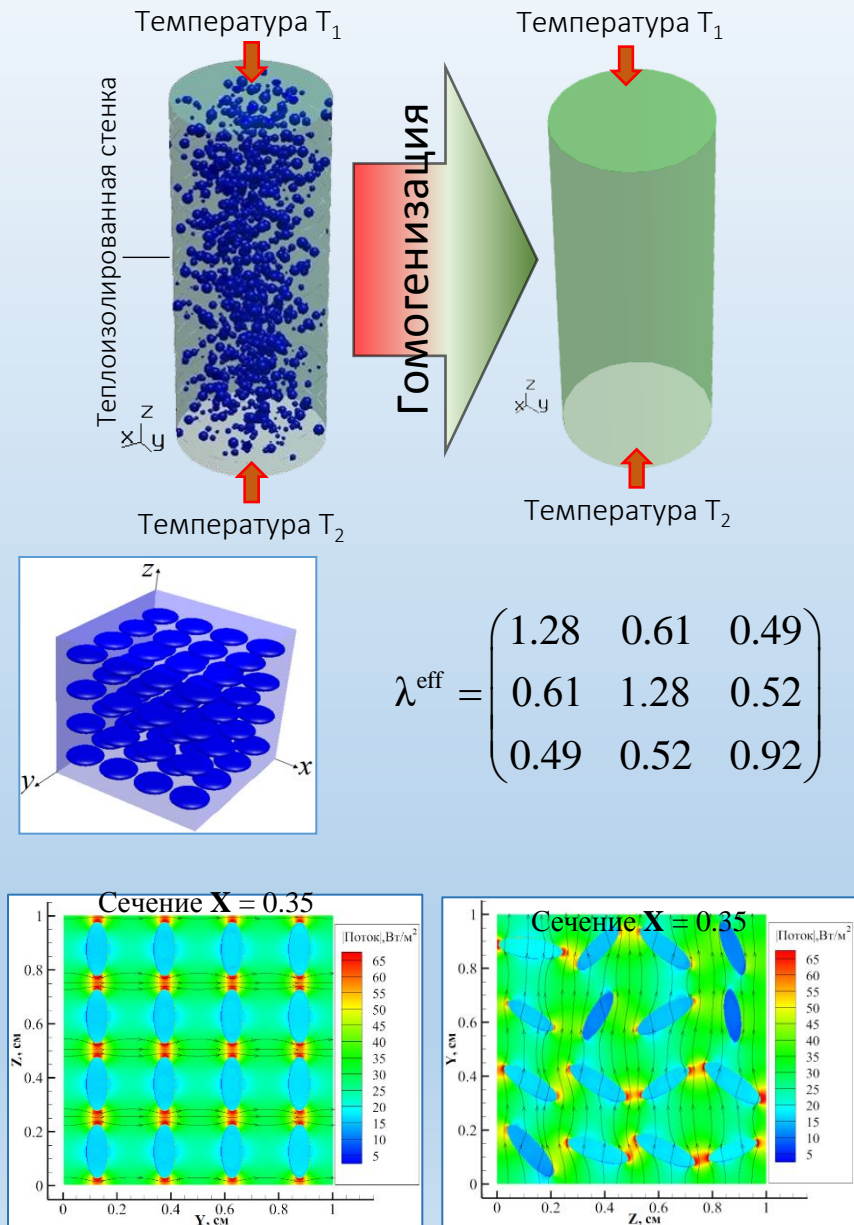
1. Кластеризация на основе анализа диапазона изменения значения функции цветовой интенсивности во всем стеке сканов





# Математическое моделирование процессов теплообмена в естественных средах и композитных материалах с фазоизменяемыми параметрами

- Разработан и реализован программный комплекс для трёхмерного моделирования процессов теплообмена в композитах с фазоизменяемыми параметрами
- Установлена анизотропная природа теплопроводности при преимущественной ориентации включений (парафина)
- Фронт фазового перехода движется линейно при преимущественной ориентации включений (парафина) и нелинейно при случайном расположении в образце



**ИНГГ**



**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**