

# АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН

The background of the slide is a photograph showing the silhouette of an oil pumpjack (jack-o'-lantern) against a bright, orange-hued sunset sky. The pumpjack is the central focus, with its characteristic walking beam and counterweights. In the distance, other well structures and power lines are visible as dark silhouettes against the horizon.

Пассивная акустическая шумометрия

Активные акустические методы

# Природа акустических шумов в скважине

- Гидродинамические шумы:
  - движение флюида по каналам различного типа и сечения;
  - фильтрация флюида в пористых средах;
  - турбулизация потока при резкой смене профиля канала течения.
- Механические шумы:
  - трение корпуса прибора и кабеля о стенки скважины;
  - работа технологического оборудования в скважине и на устье;
  - собственные резонансные колебания механических элементов прибора и скважинного оборудования.

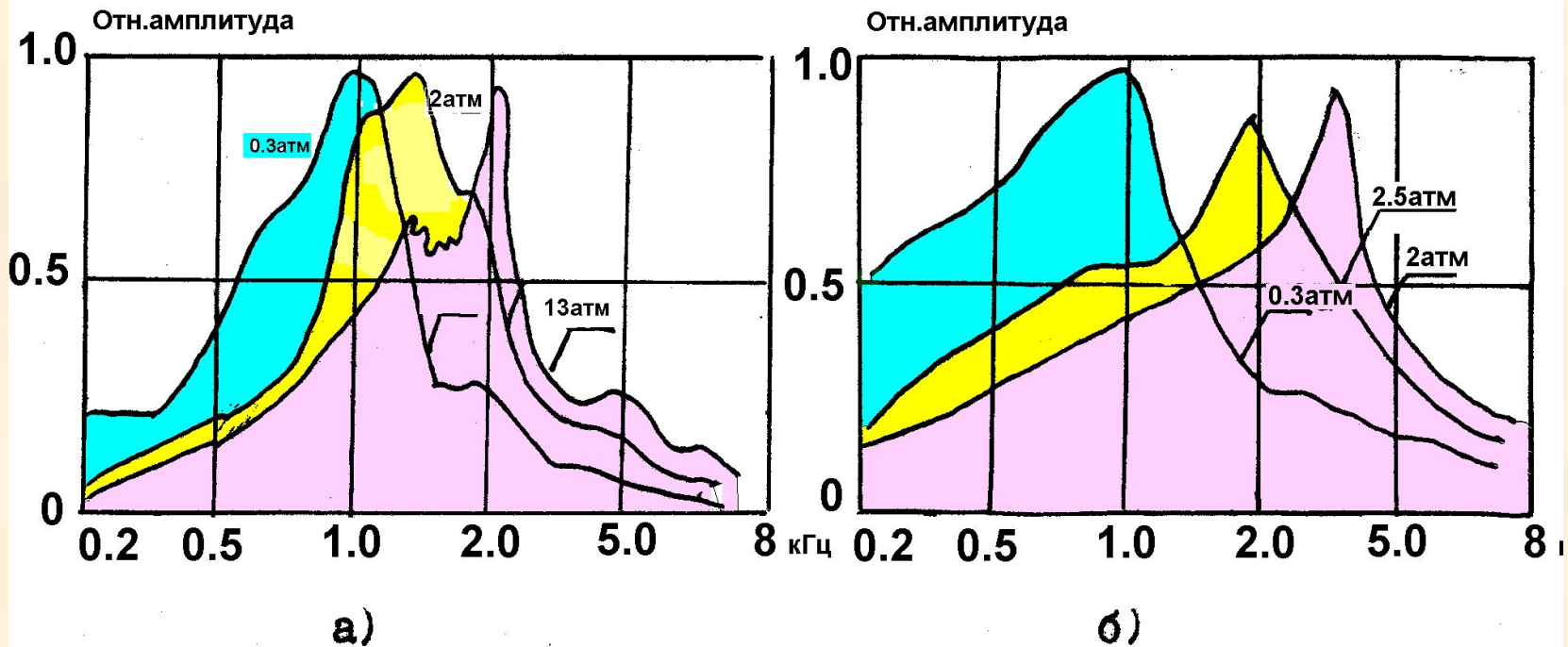
# **Задачи решаемые в скважинах методом акустической шумометрии**

- **Выделение и локализация интервалов движения жидкости:**
  - Заколонные перетоки в прискважинной зоне;
  - Внутриколонные перетоки в интервалах перекрытых НКТ;
  - Перетоки в зоне кондуктора и в многоколонных системах.
- **Выделение работающих интервалов и мест нарушения герметичности обсадных колонн:**
  - Притоки в условиях многофазной фильтрации;
  - В интервалах перекрытых НКТ;
  - Нарушения герметичности пакера и башмака кондуктора.

# Методические особенности применения скважинной шумометрии.

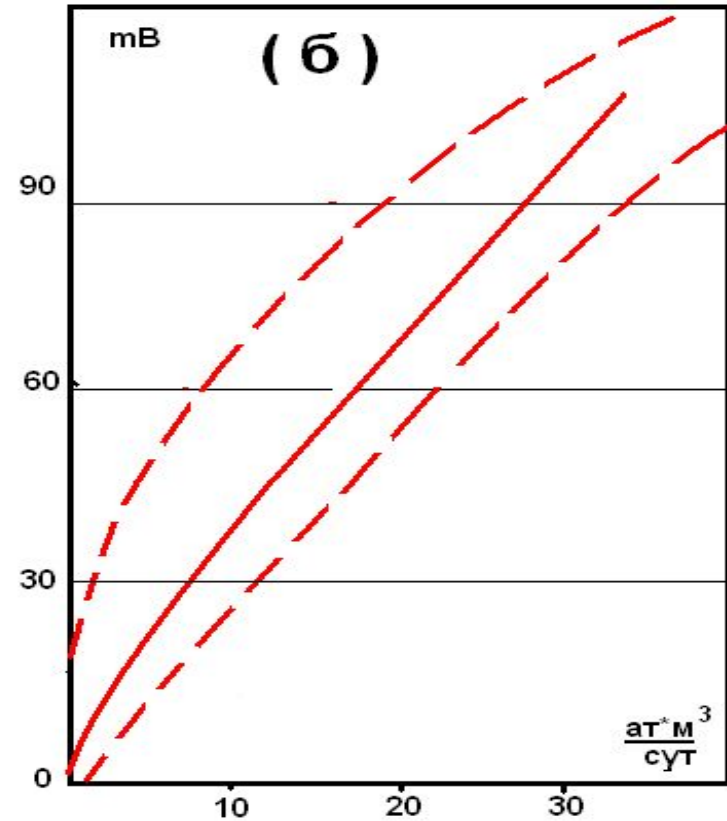
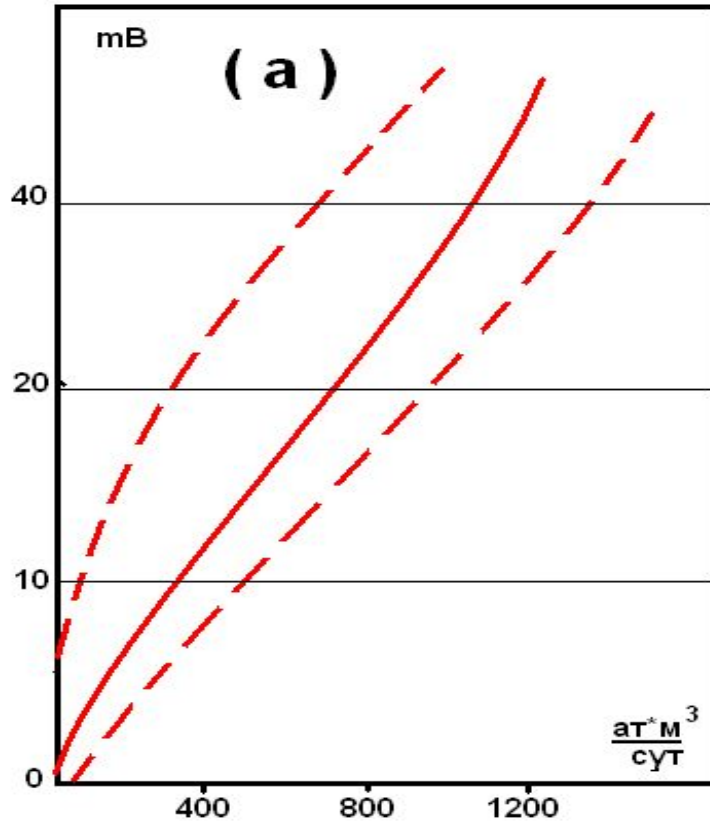
- Акустическая шумометрия отражает мгновенную акустическую картину в исследуемом интервале;
- Акустические волны различной частоты имеют различную зону распространения;
- На гидродинамическое акустическое поле накладывается акустические шумы механической природы, имеющие высокую интенсивность;
- Эксплуатационная колонна и колонна НКТ прозрачна для акустических полей;
- Каротажный кабель и колонна НКТ являются волноводом для акустических шумов, источник которых находится на устье.

# Спектры шумов



Спектральная характеристика шума от движения воды (а) и воздуха (б) при различных перепадах давления

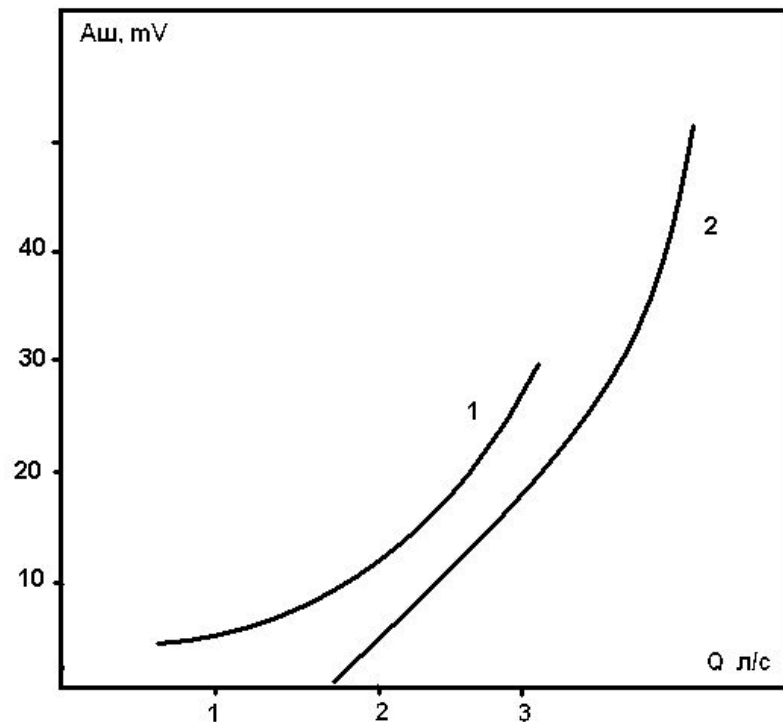
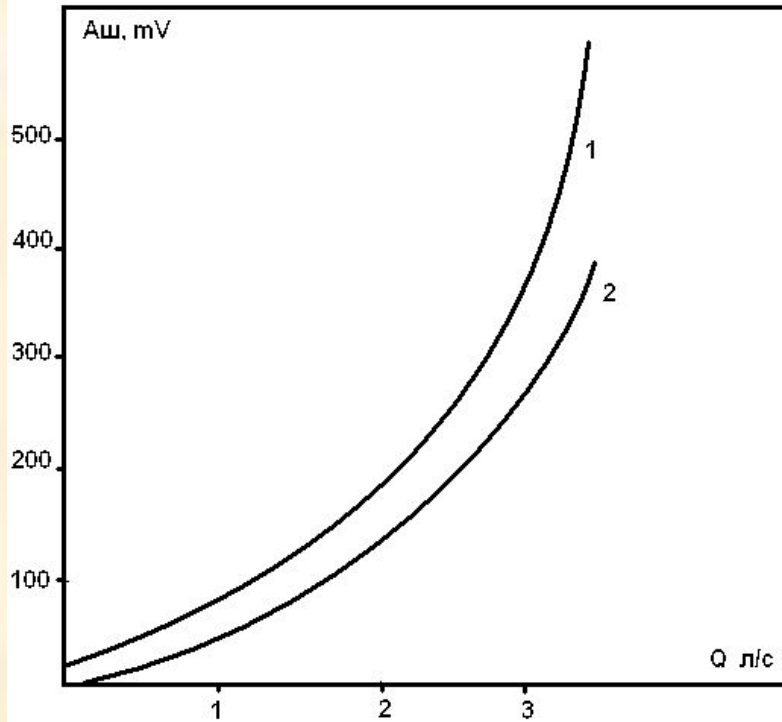
## Интенсивность шумов



Зависимость амплитуды шумов от энергии диссипации для воды (а) и газа (б).

«Эссо», Мак Кинли

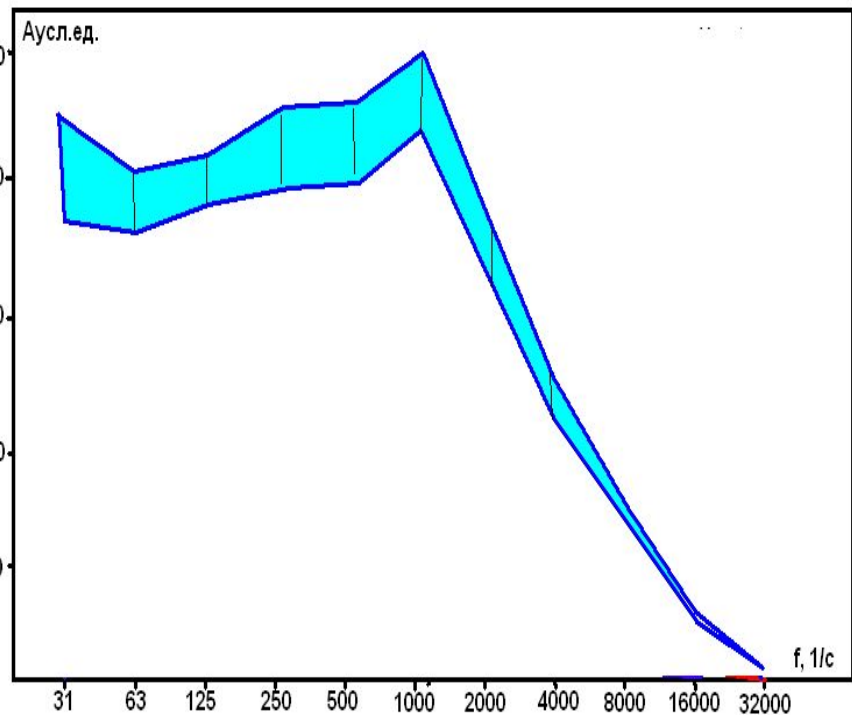
# Интенсивность шумов



Зависимость интегральной интенсивности шумов от дебита для потоков в НКТ и фильтрационного течения

КГУ, Казань

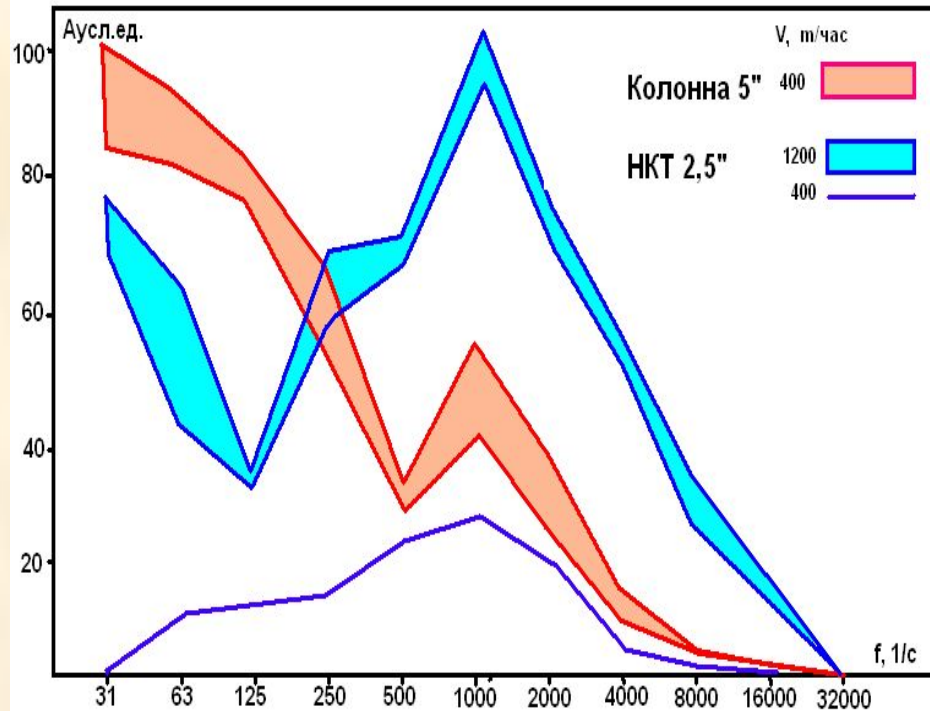
## Работа технологического оборудования



Спектр шумов от работы ЭЦН  
установки регистрация проведена в  
НКТ выше насоса.

БГУ

## Движение прибора

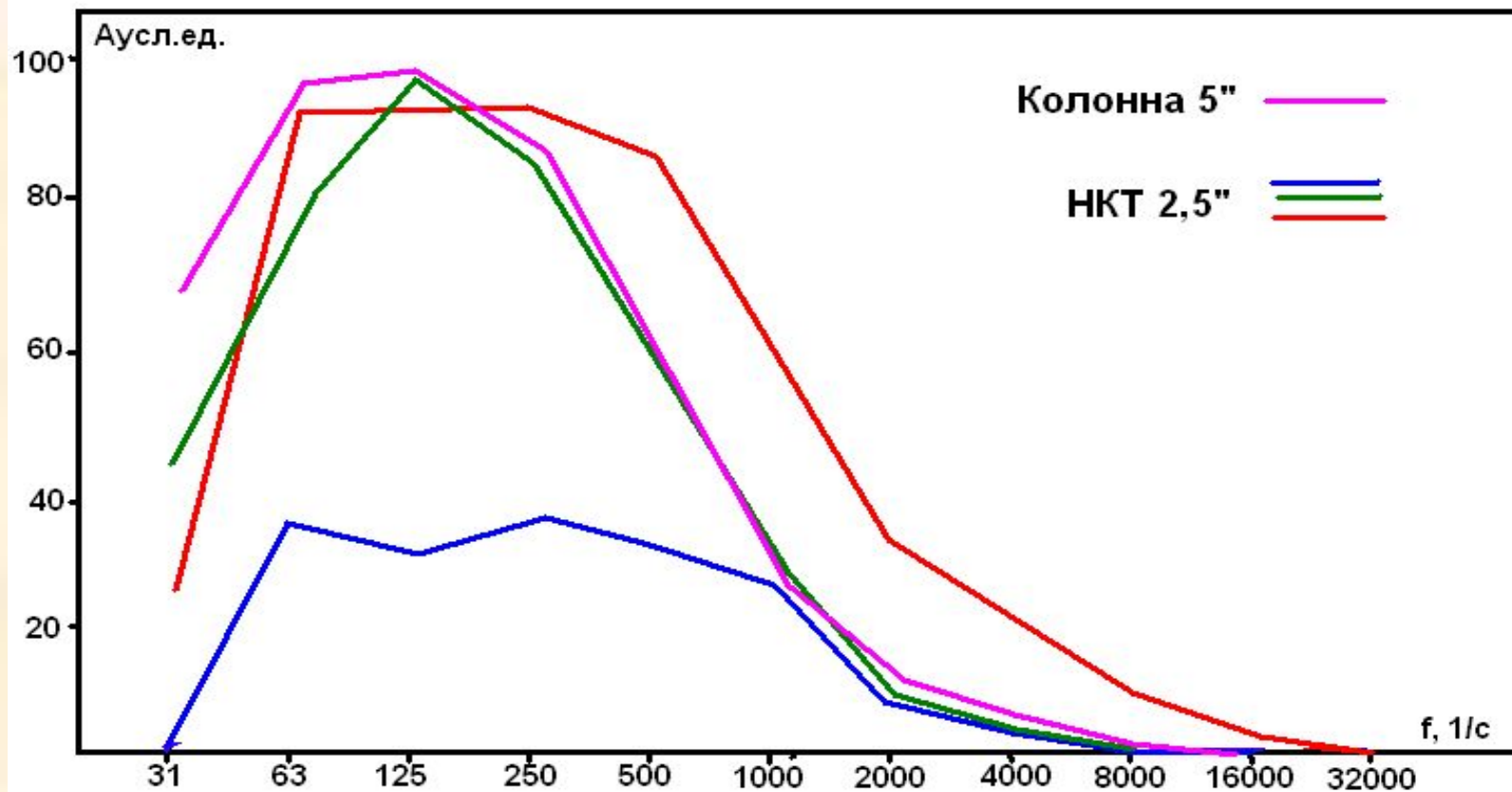


Спектр шумов от протяжки прибора по  
колонне  $d=5''$ ,  $V_{пр}=400$  м/час и по  
колонне НКТ при  $V_{пр}=400$  и  $1200$   
м/час

БГУ



## Движение жидкости



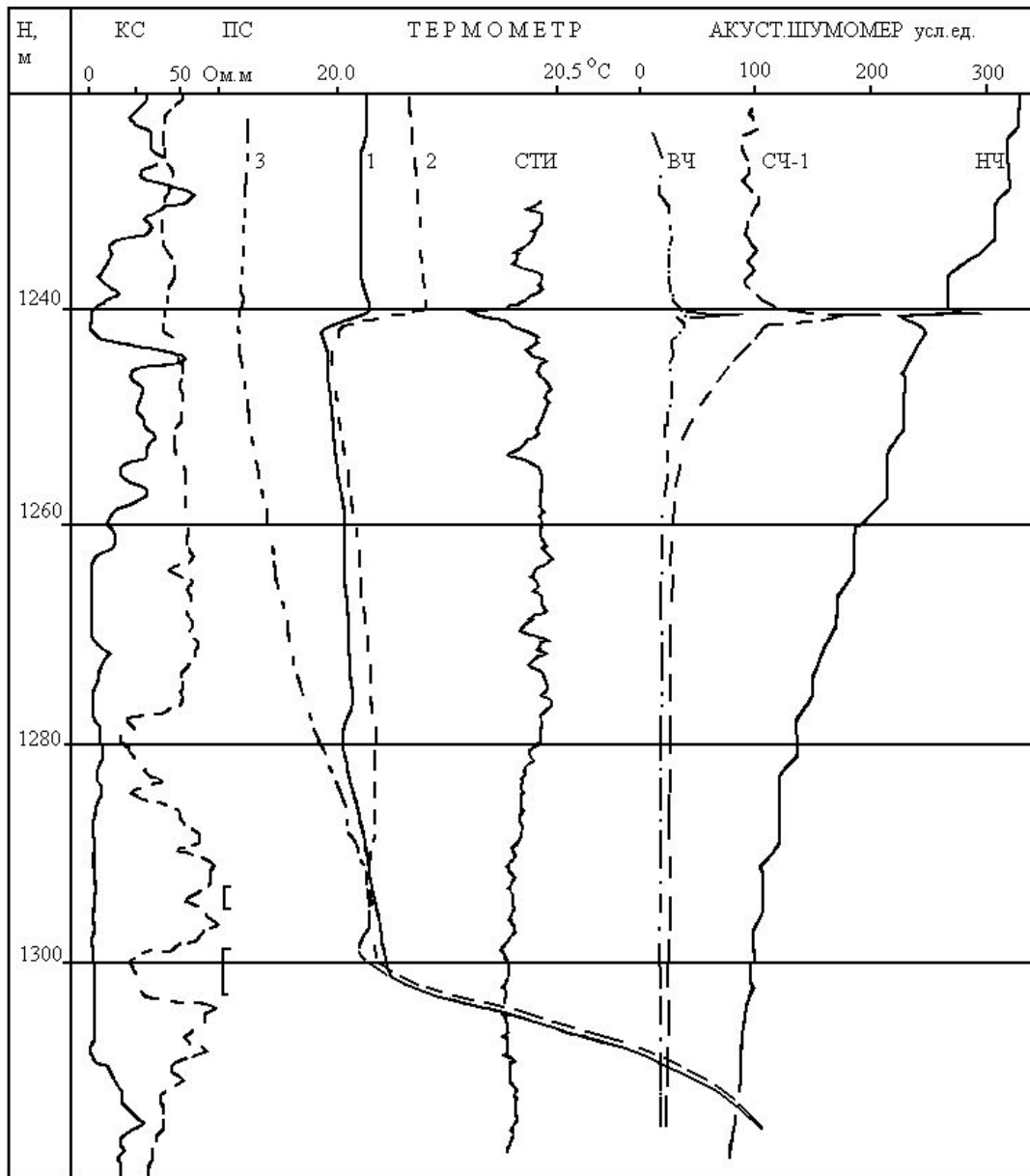
Спектр шумов от движения жидкости с различной скоростью и в трубах различного диаметра

## Примеры использования

### Локализация места нарушения герметичности колонны в процессе освоения скважины компрессором

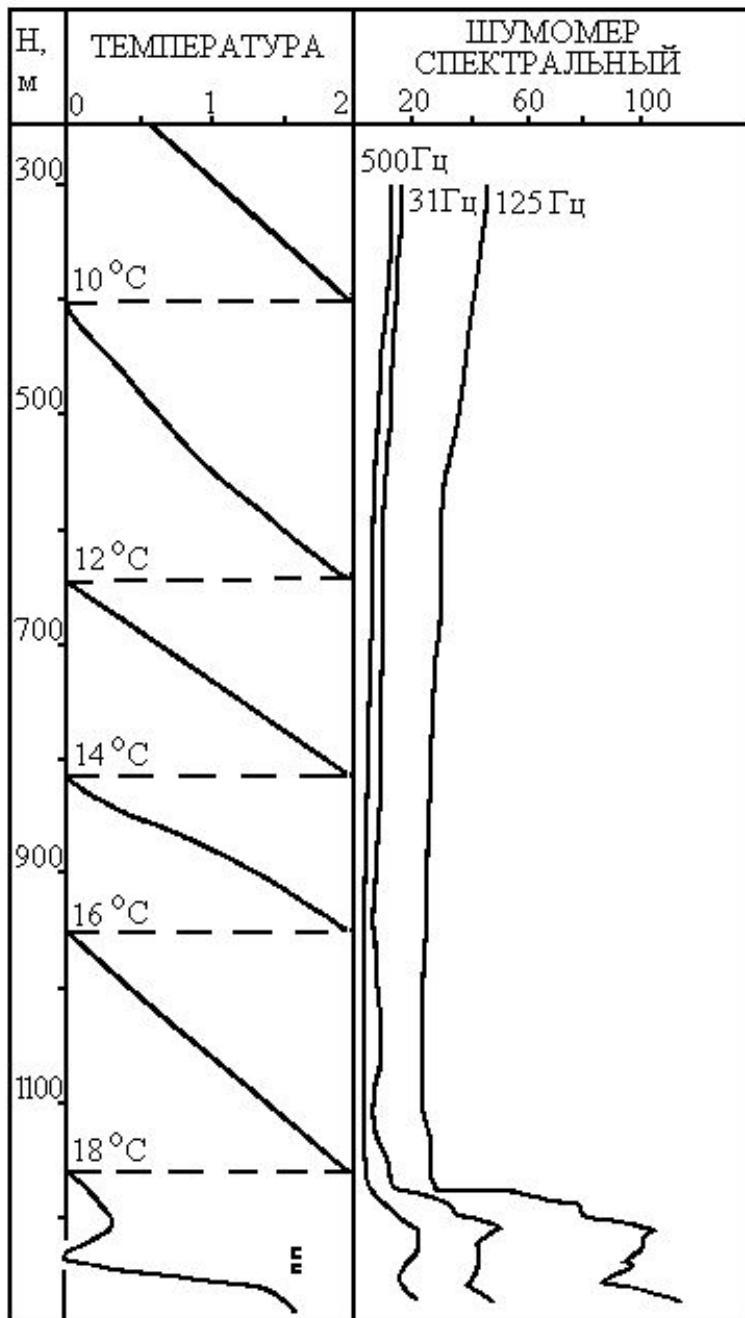
- 1 – фоновый замер Т,
- 2- после прорыва,
- 3- после отключения компрессора и разрядки скважины.

Замеры АШ выполнены в режиме – 3 по точкам.



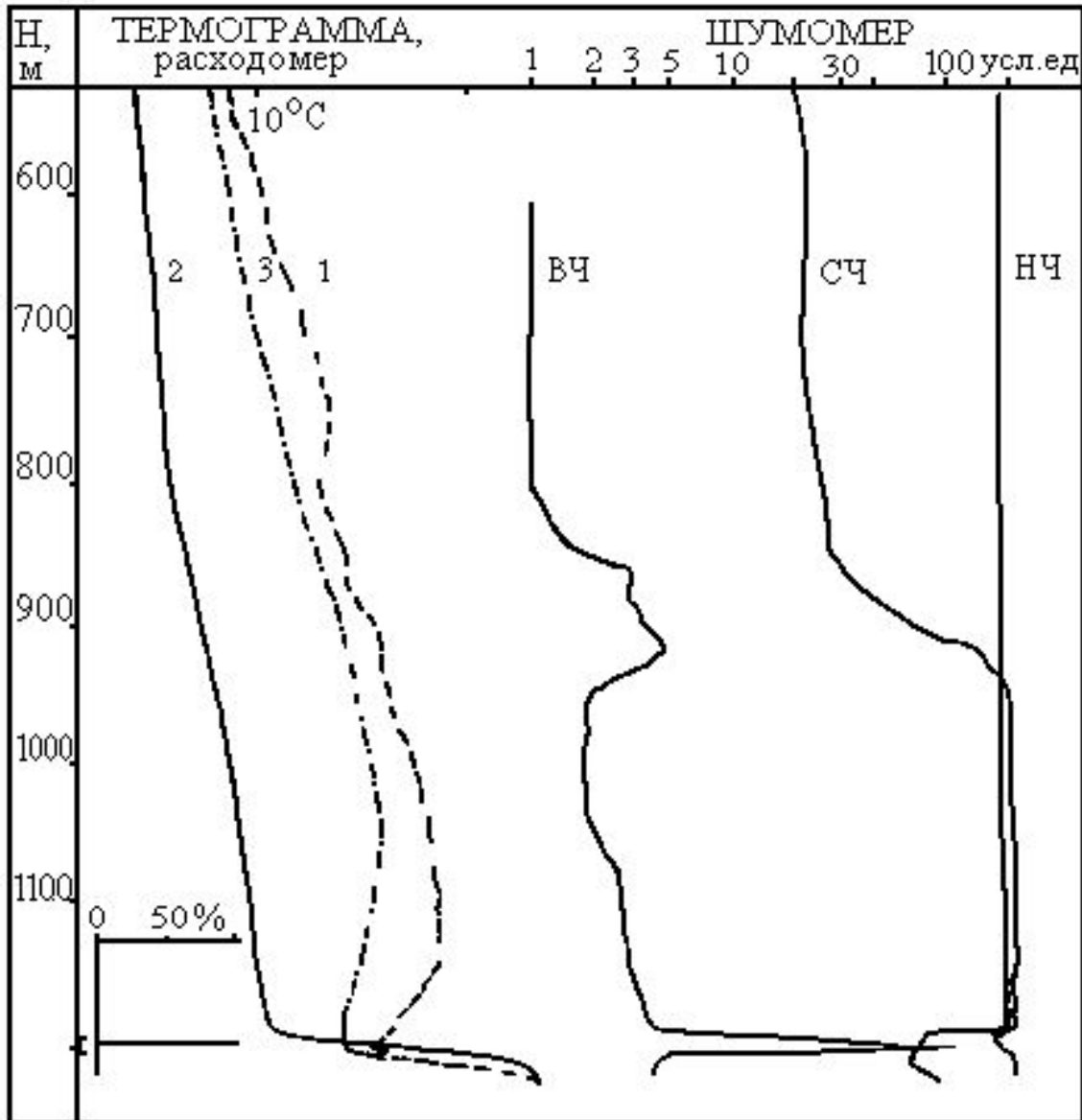
## Примеры использования

Выделение заколонного перетока в простаивающей скважине



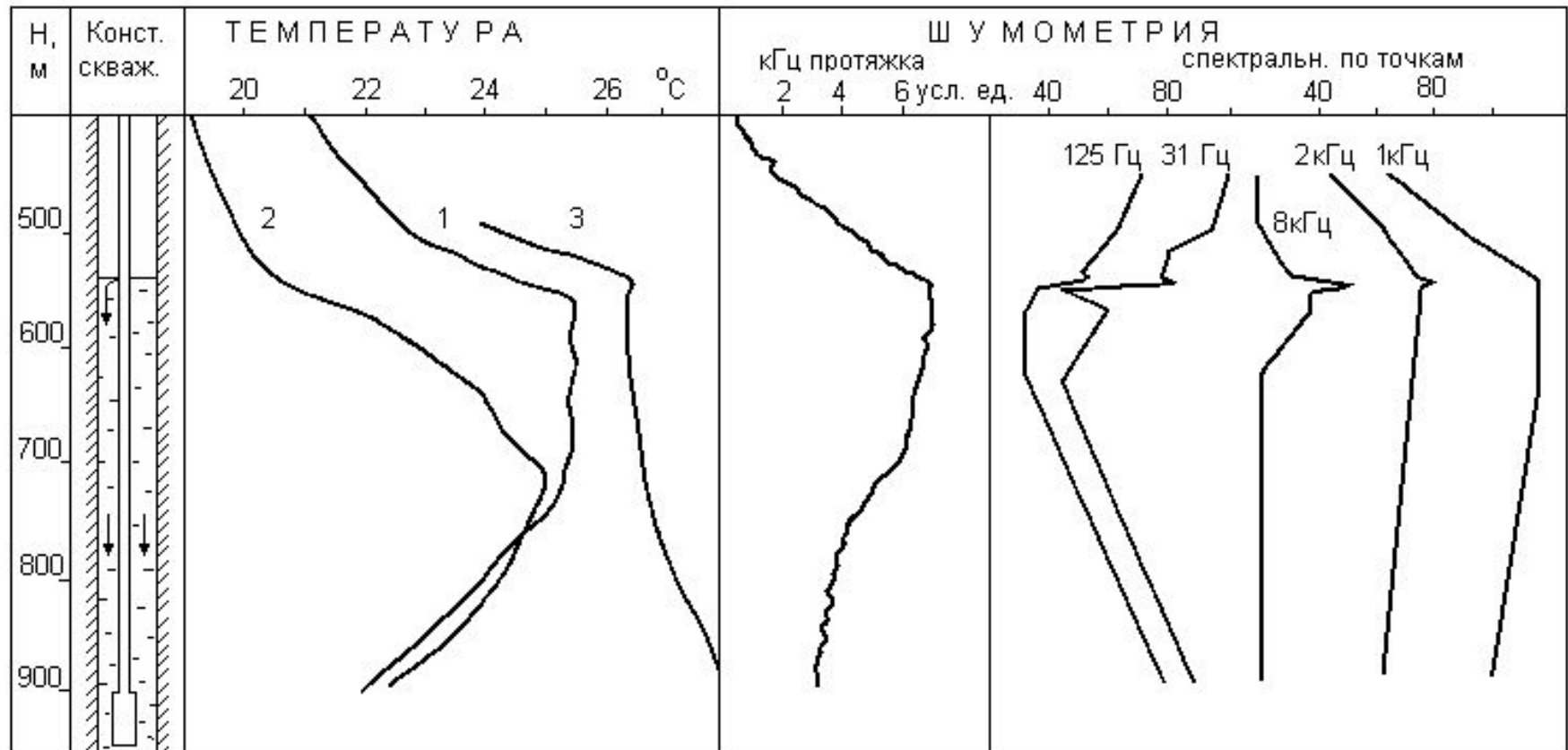
## Примеры использования

### Заколонный переток в нагнетательной скважине при закачке от водовода



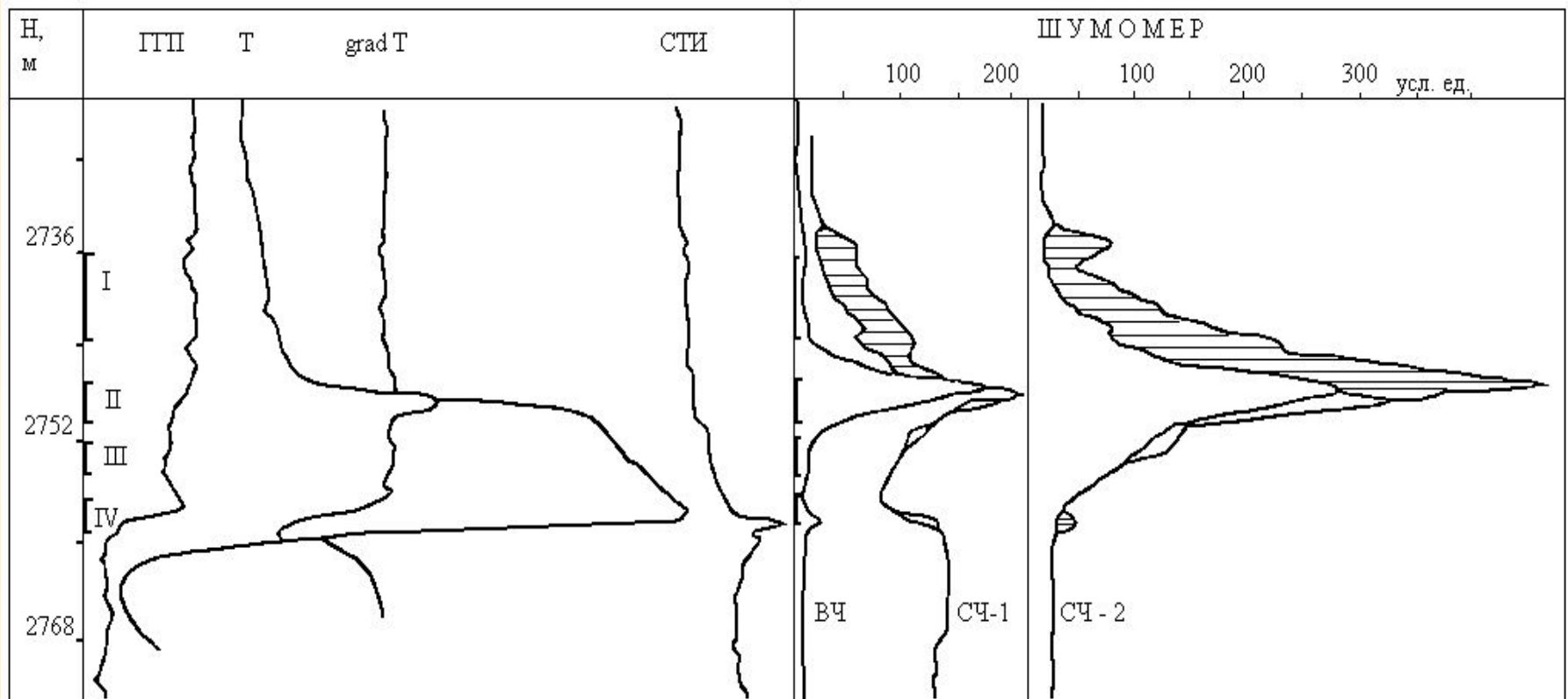
- 1- фоновый замер
- 2- под закачкой
- 3- ч/з 1 час после откл. закачки

## Оценка техсостояния колонны НКТ в ЭЦН скважине



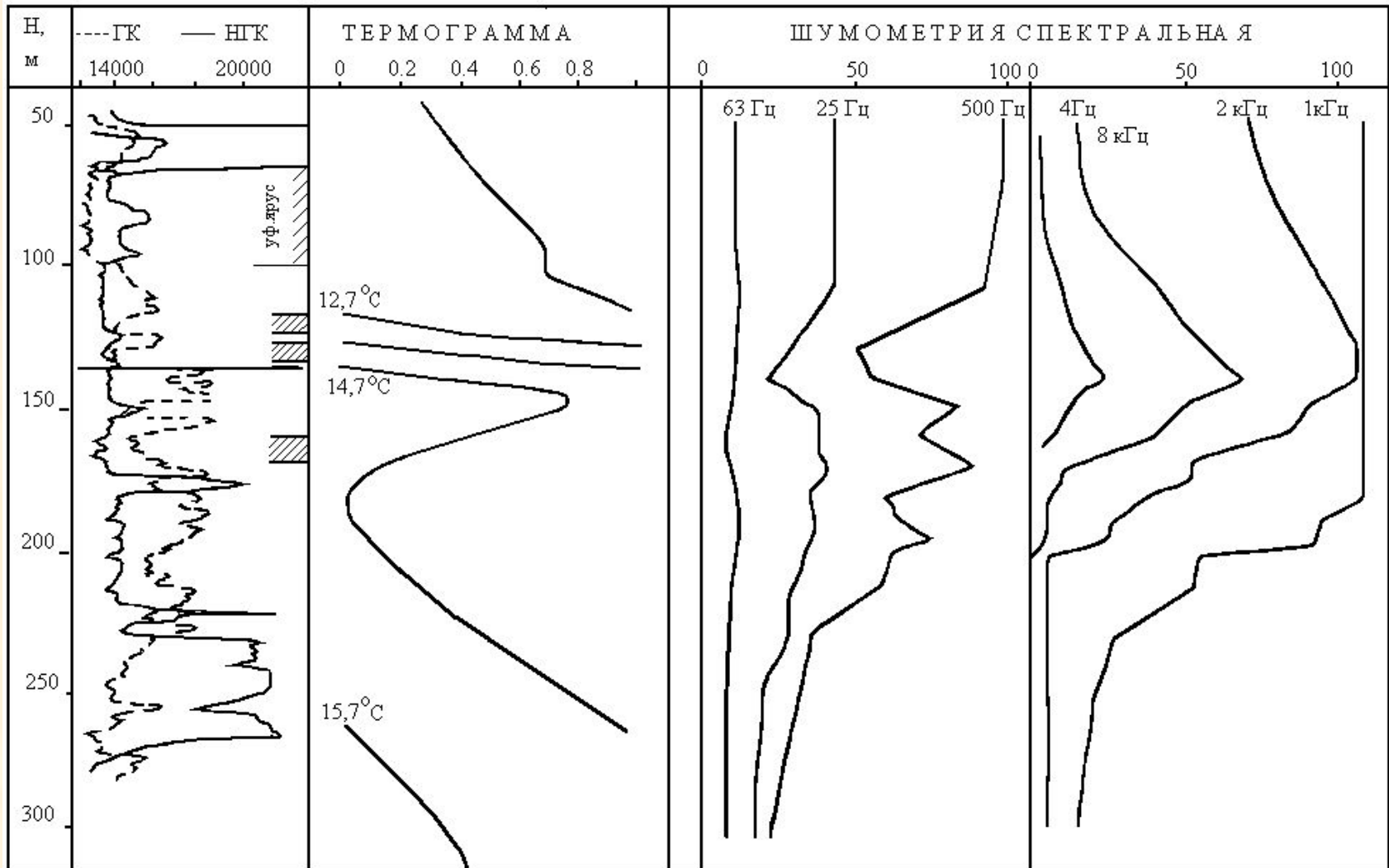
1-остановленная скважина, 2- долив из коллектора, 3- при работе ЭЦН

## Выделение работающих интервалов в скважине с газожидкостным потоком



Исследования проведены по точкам в фонтанной скважине. Время измерения на точке - не менее 3 мин. Флуктуации интенсивности АШ связаны с пульсирующим режимом работы скважины

# Заколонный переток в зоне кондуктора с выходом на поверхность.



# Активные акустические методы контроля техсостояния скважины

- Методы отраженной волны
- Методы волнового поля

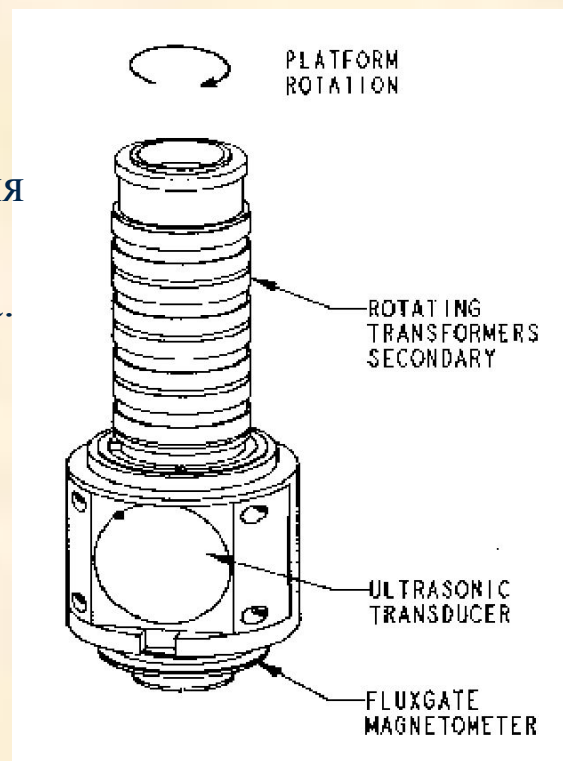
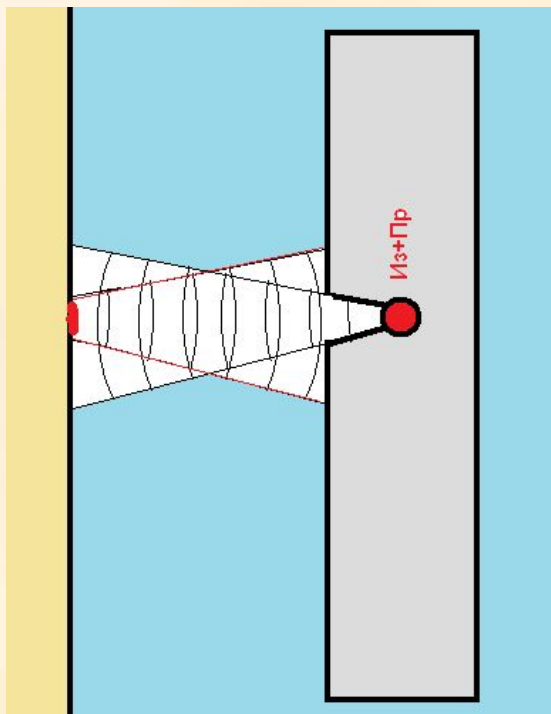


## Акустический телевизор. Принцип работы.

- Позволяет получать видеоизображение внутренней стенки, внутренний размер и форму обсаженных и необсаженных скважин, информацию о расположении и количестве перфорационных отверстий в интервалах перфорации, места нарушения целостности эксплуатационной колонны.

Амплитуда отраженного сигнала зависит от состояния стенки скважины,  
время прихода – от расстояния до стенки и акустических свойств скважинного флюида.

Работает по принципу эхолокации в сканирующем режиме



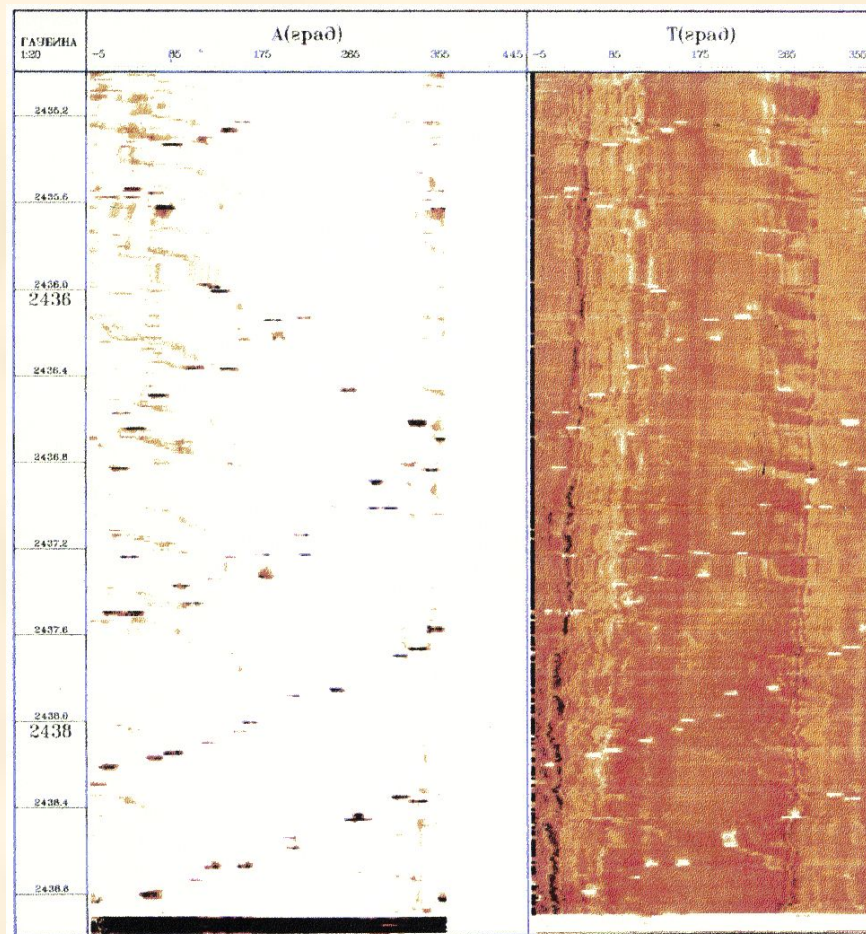
# Акустический микрокаверномер-дефектоскоп САТ-4М



- Технические характеристики:**  
Позволяет получить видеоизображение внутренней стенки и информацию о размерах и форме обсадных колонн, производя измерения радиусов колони по 256 точкам с погрешностью 0.7мм, информацию о расположении и количестве перфорационных отверстий в интервалах перфорации

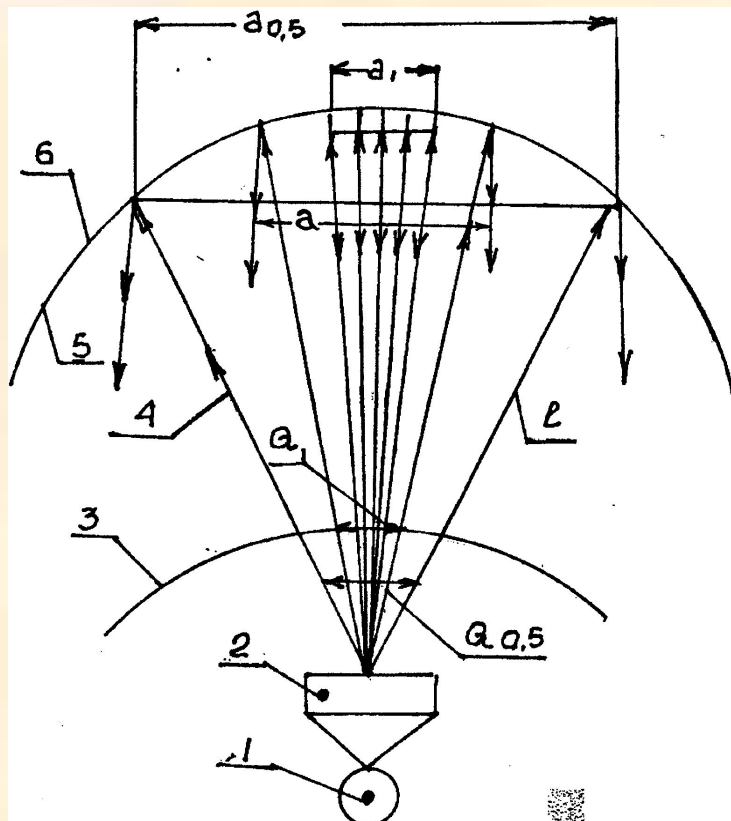
Диаметр исследуемых скважин, мм 125-350

Разрешающая способность аппаратуры по горизонтали при работе в стальной трубе диаметром 180 мм, заполненной водой - 6 мм.



Пример идентификации перфорационных отверстий на двух частотах.

## К оценке разрешающей способности САТ.



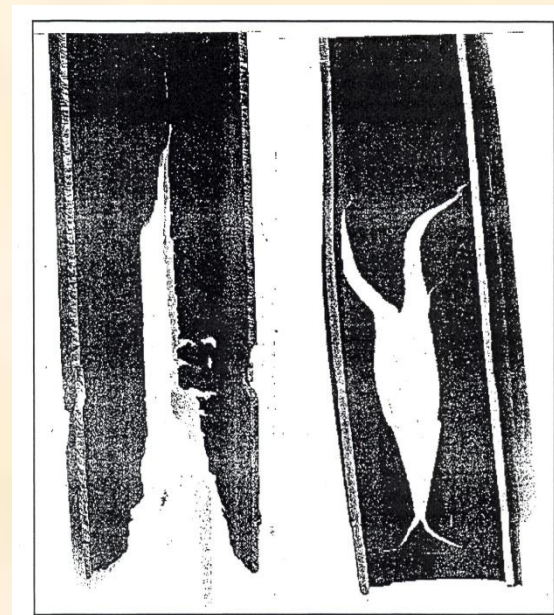
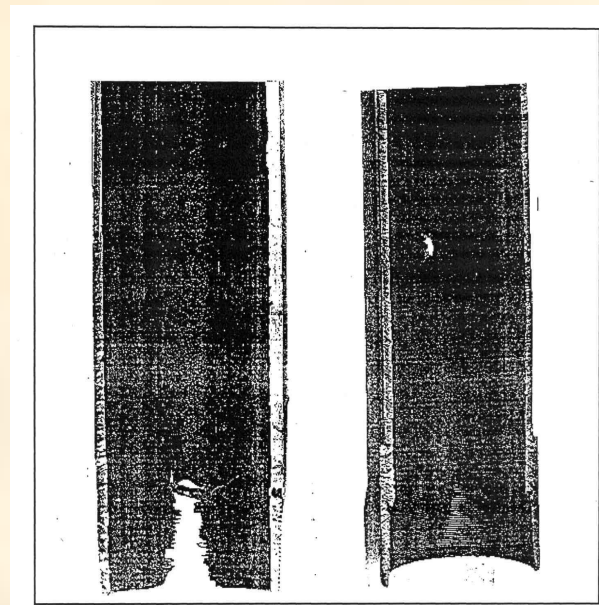
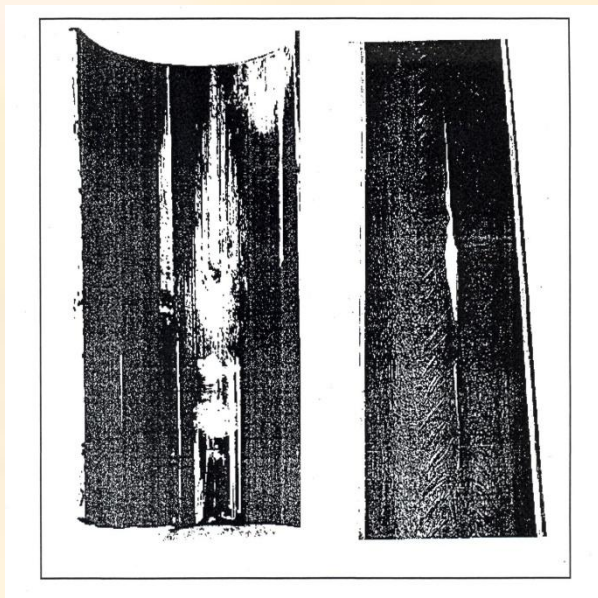
Разрешающая способность метода отражённых волн зависит от частоты излучателя

(для примера - 1МГц и 0,5МГц).

- $\theta_1$ ,  $\theta_{0,5}$  - растворы телесных углов на частоте 1,0 и 0,5 мегагерц;
- $a$  и  $a_1$  - соответственно расчётный и рабочий диаметры дефектов при частоте 1МГц;
- $a_{0,5}$  - расчётный диаметр дефекта при частоте 0,5МГц
- 1 – вращающийся вал электродвигателя; 2 – акустический преобразователь; 3 – оболочка контейнера; 4,5 – лучи падающей и отраженной волн; 6 – образующая колонны.

Чем меньше длина волны ( $\lambda$ ) или наоборот, чем выше частота излучения (гиз), тем меньше угол  $\theta_1$  и острее диаграмма направленности. Тем меньше по размеру дефекты будут выявлены.

## Характерные повреждения колонн, выявляемые САТ



Смятие колонны, износ, обрыв, нарушение герметичности в виде трещины или порыва.

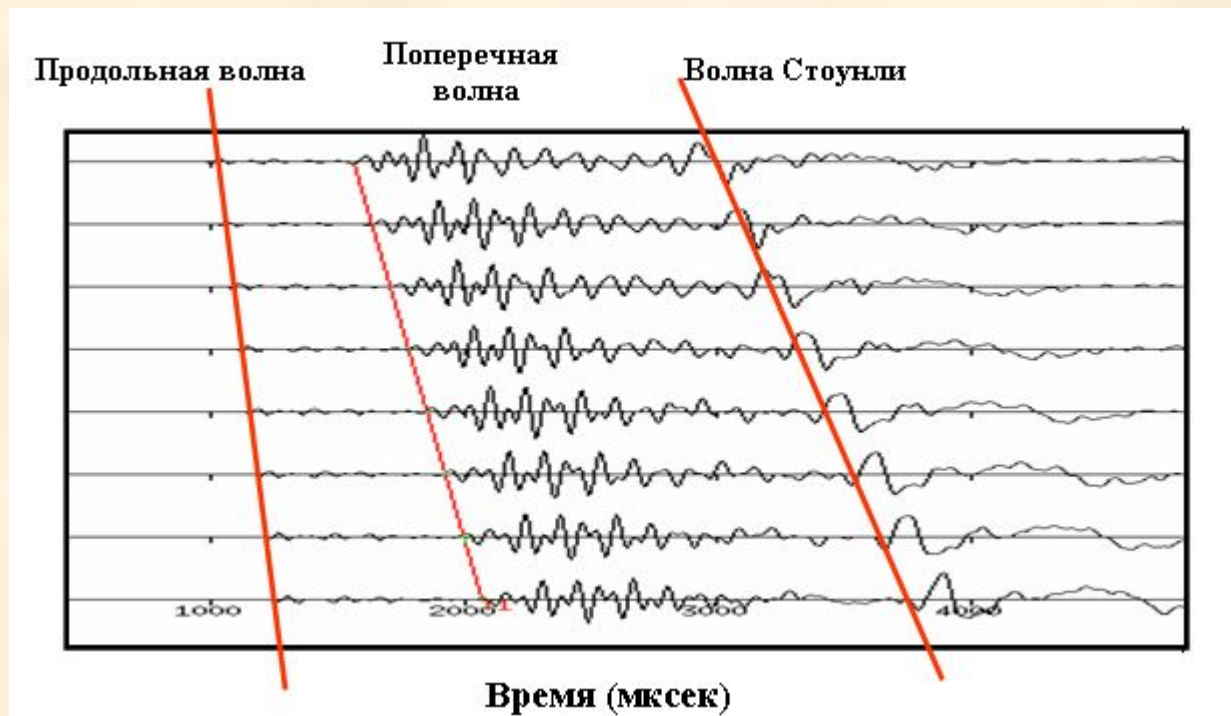
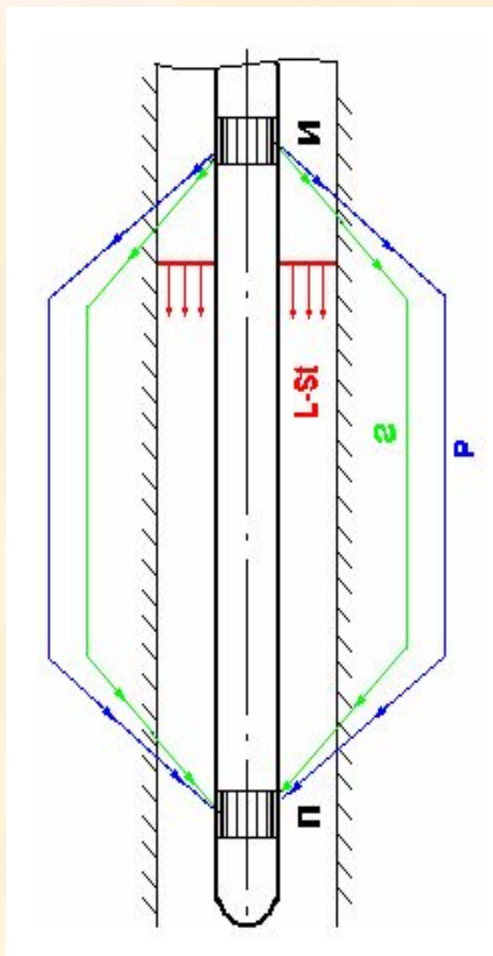
### *Ограничения в применении:*

1. Скважинный флюид акустически прозрачен,
2. Поверхность отражения чистая,
3. Скорость протяжки по стволу не более 50-100 м/час.

## Метод волнового поля.

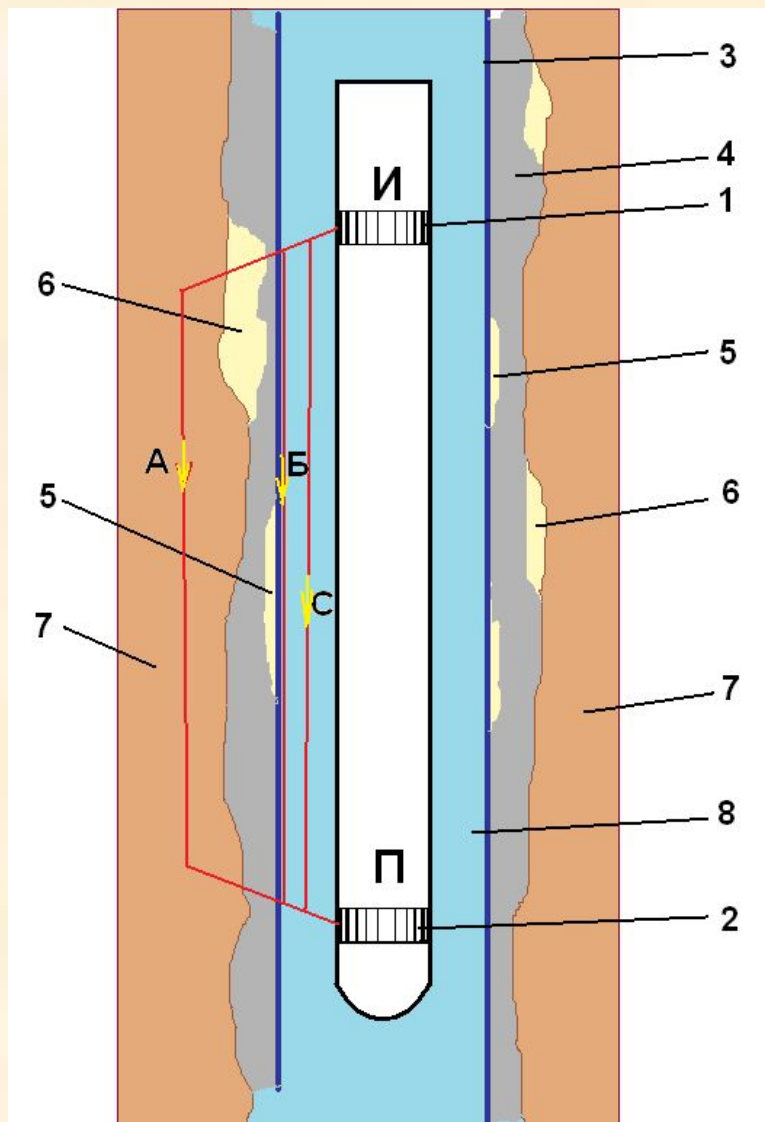
### Физические основы акустической цементометрии (АКЦ)

- Схема распространения акустических волн при исследовании скважин методом АК.



Волновая картина, регистрируемая приемником.

## Особенности АК при исследовании обсаженных скважин



- 1 – излучатель,
  - 2 – приемник,
  - 3 – эксплуатационная колонна (сталь)
  - 4 – цемент
  - 5 – отсутствие контакта с колонной
  - 6 – отсутствие контакта с породой
  - 7 – горная порода
  - 8 – внутрискважинный флюид.
- 
- **Волновой путь:**
  - А – по горной породе
  - Б – по металлу колонны
  - С – по скважинному флюиду

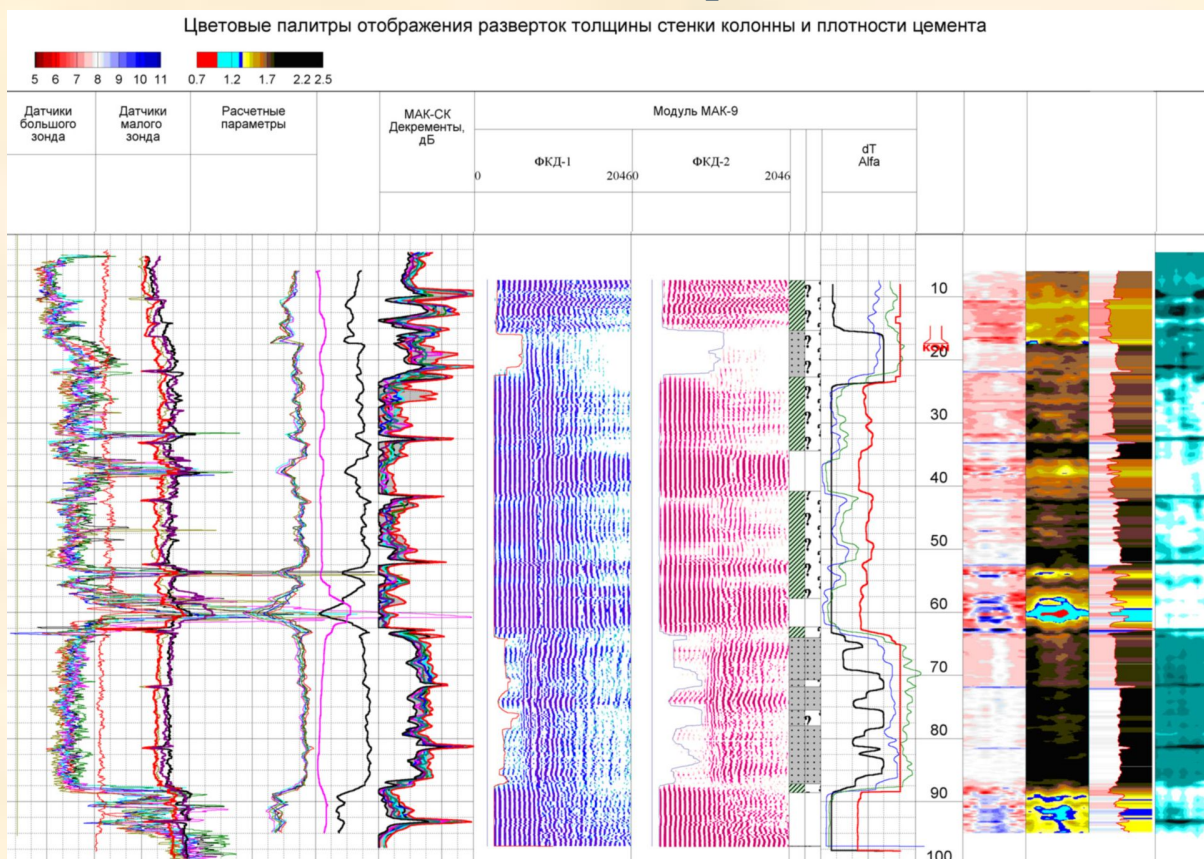
## Цементомер АКЦ-М (АКЦ-МГ)



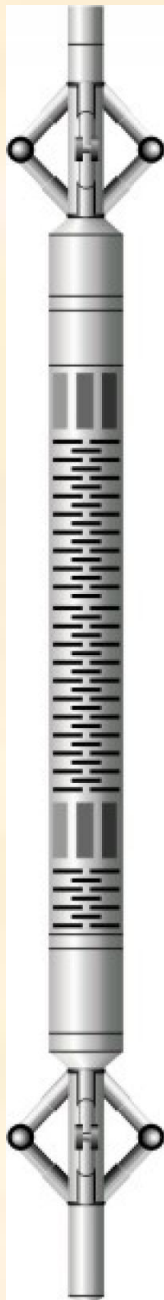
- Предназначен для контроля качества цементирования нефтяных и газовых скважин, работает в обсадных колоннах с диаметрами от 120 до 350 мм.
- **Технические характеристики**
- Зондовое расстояние, мм 2500
- Тип кабеля - одножильный, длиной, м до 6500
- Диаметр исследуемых скважин, мм 127-400
- Диапазон измерения интервального времени,
- ДТ, мкс/м 140-600
- Диапазон измерения коэффициента затухания, дБ 30

# Модуль сканирующего акустического цементомера МАК-СК

- Предназначен для контроля качества цементирования обсадных колонн по 8 радиальным секторам в сканирующем режиме.
- Область применения: обсаженные скважины, оборудованные колонной с внешним диаметром от 150 до 168 мм.



Светлые участки - пустоты в цементном кольце, с указанием сегмента с некачественным заполнением.

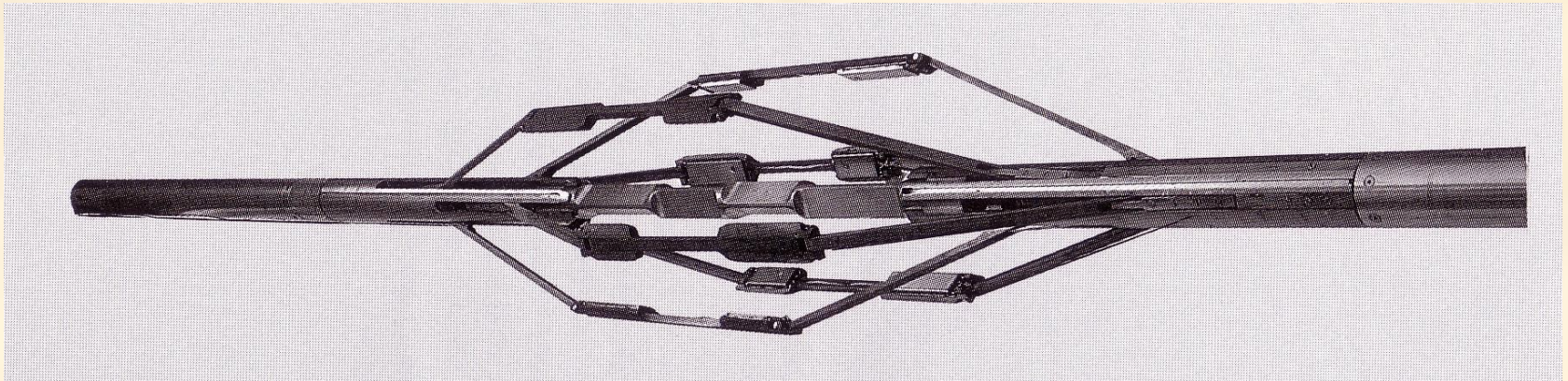




# Акустический прибор сегментного мониторинга «SBТ»

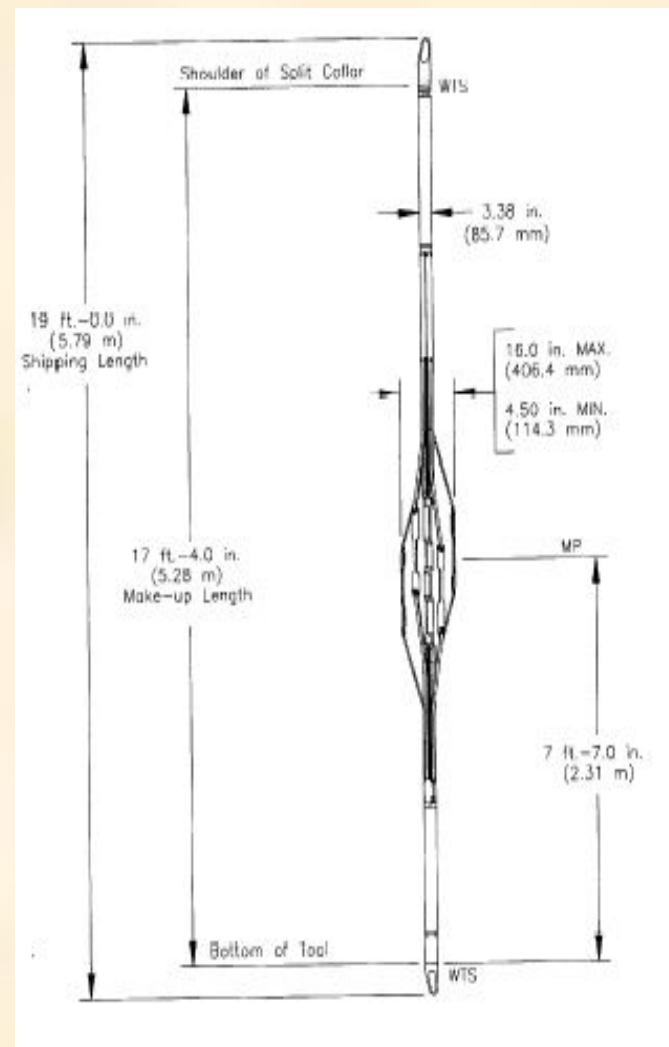
(SEGMENTED BOND TOOL, Baker Hughes)

- Решаемые задачи:
- Количественное определение качества цементирования в шести угловых сегментах вокруг ствола скважины.
- Количественное определение полостей и пустых сегментов в цементном кольце, которые могут послужить причиной нарушения герметичности или заколонных циркуляций.

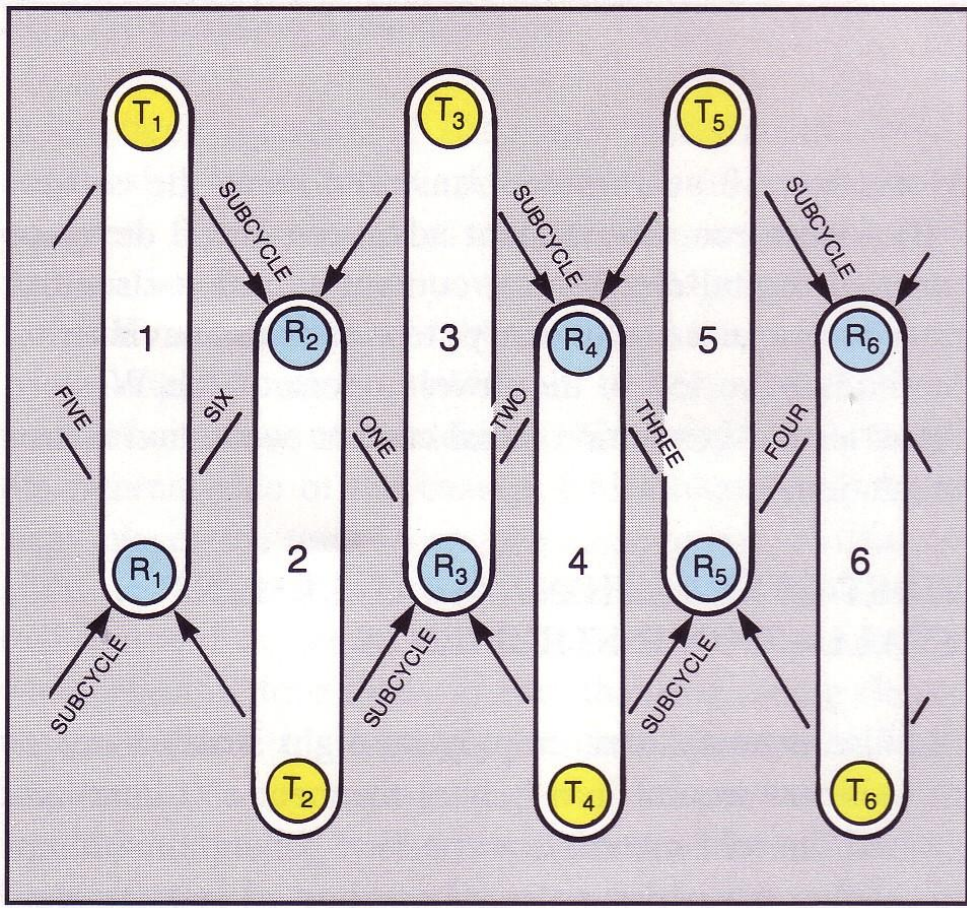


# Параметры

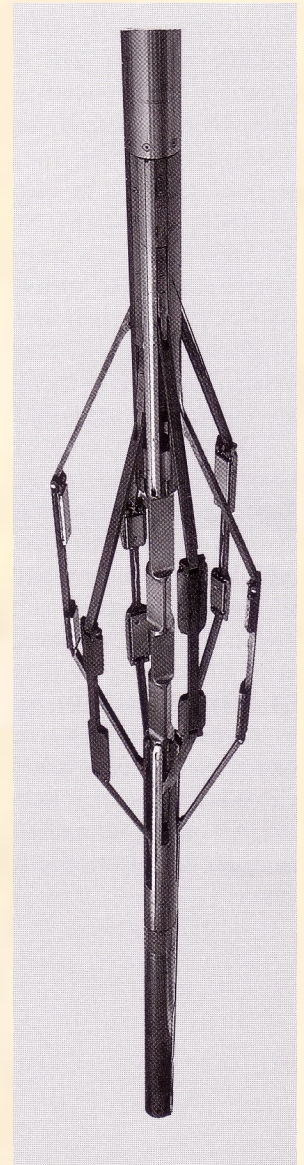
Максимальная температура	176.7 С
Максимальное давление	137.9 МПа
Диаметр в собранном виде	85.9 мм
Длина*	5.28 м
Вес	<i>нет данных</i>
Минимальный рабочий диаметр	101.6 мм
Максимальный рабочий диаметр	393.7 мм
Максимальная скорость записи	647.6 м/час
Максимальная скорость спуска/подъема в собранном виде	<i>нет данных</i>



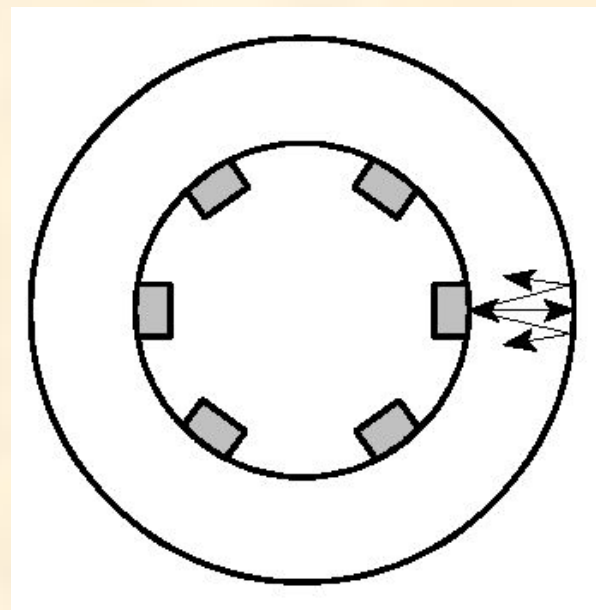
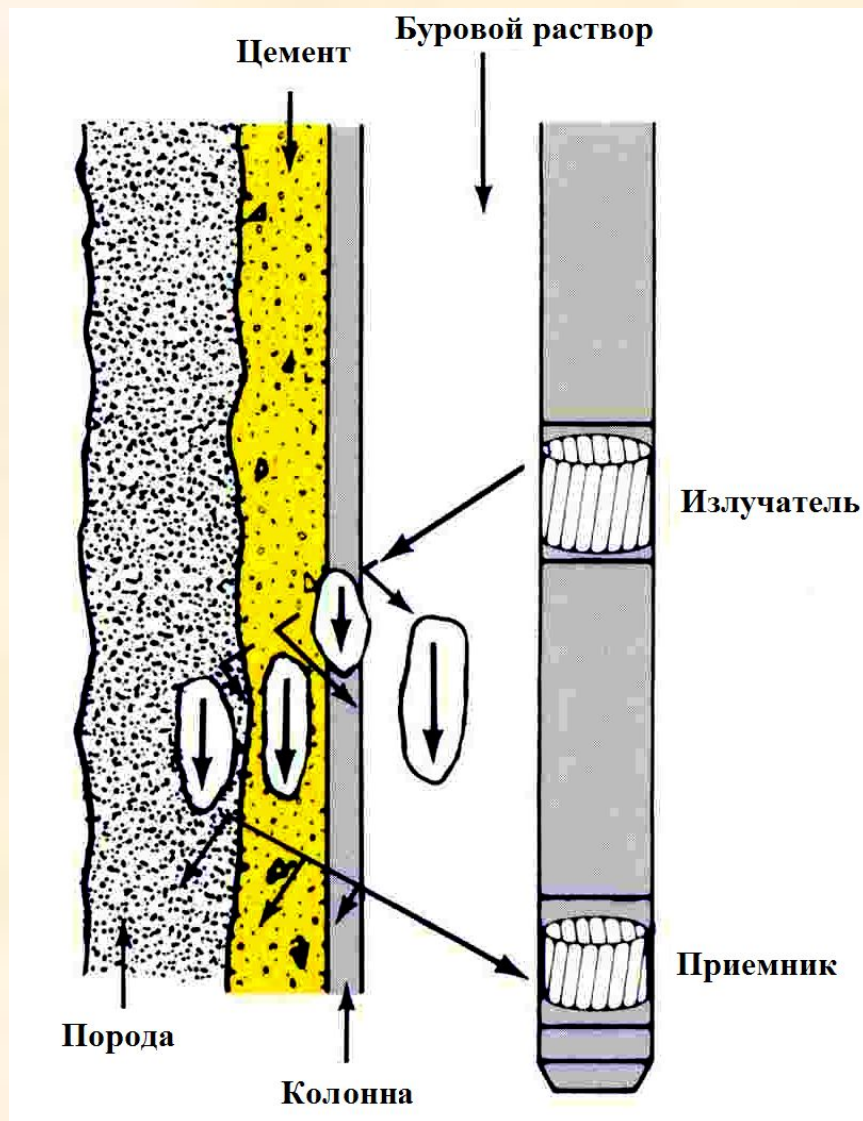
# Принцип действия



Прибор состоит из 6 выдвигаемых «лапок» со встроенными в них излучателями (на рис. указаны буквой «Т») и приемниками акустического сигнала («R»).

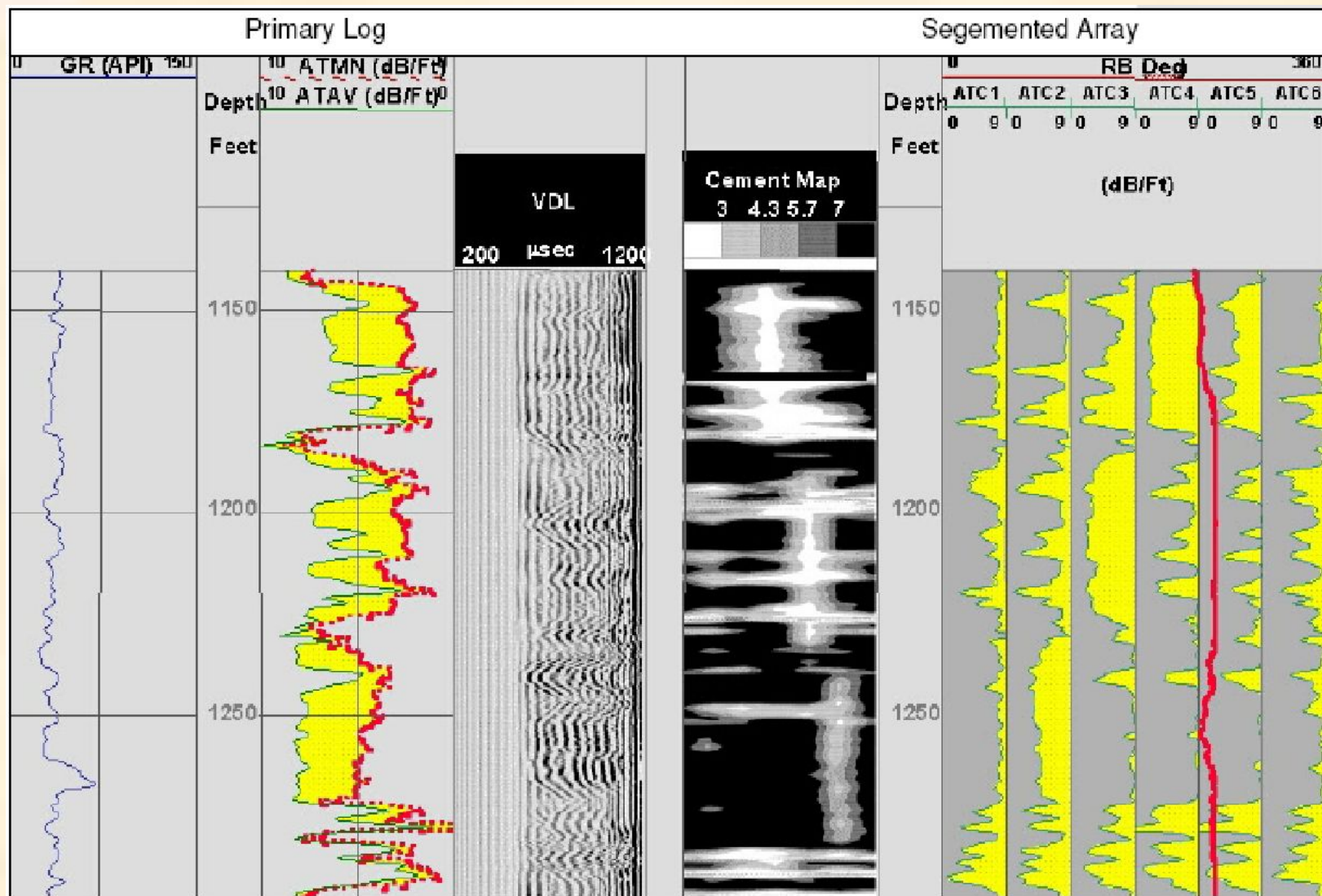


# Принцип действия

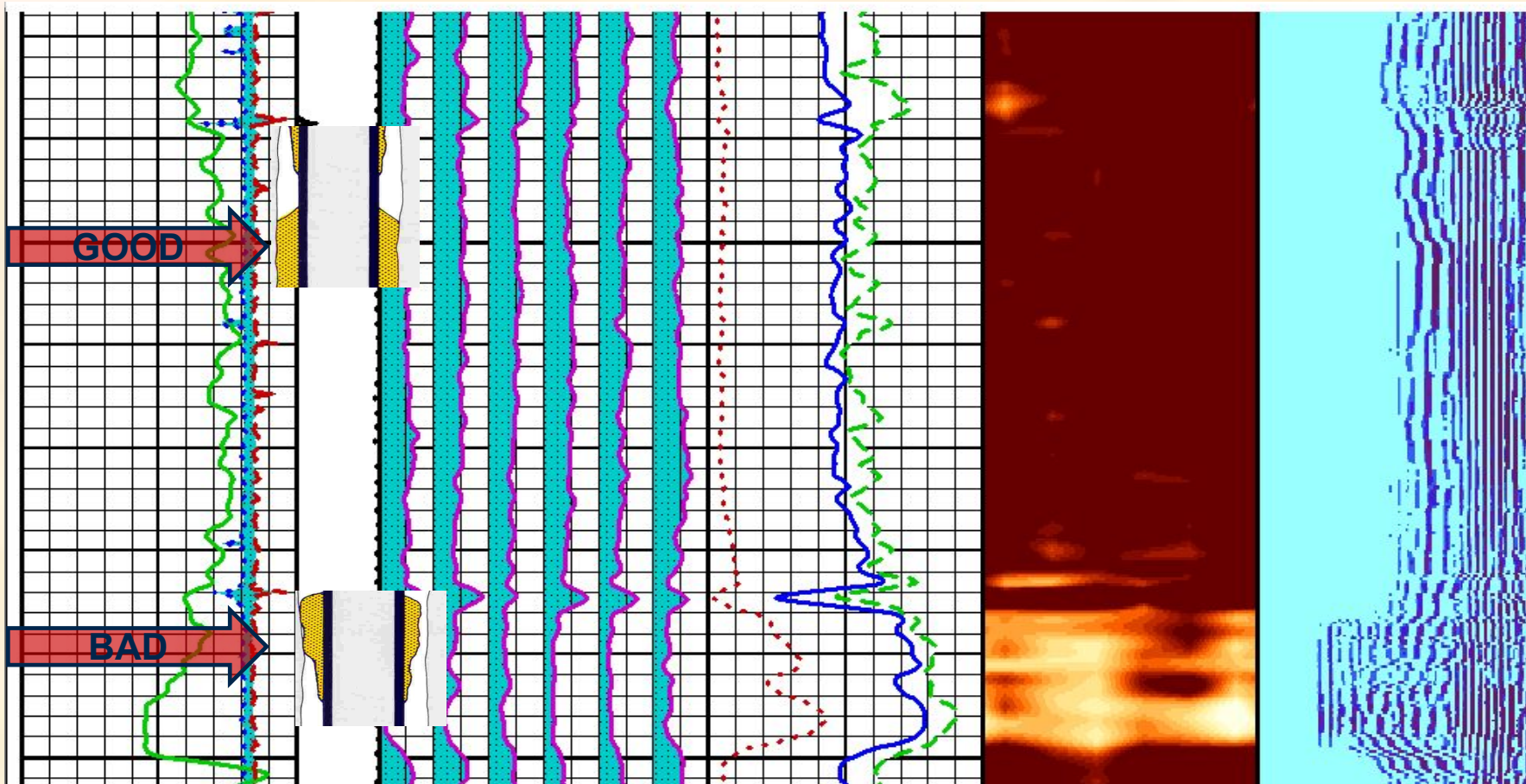


Интенсивность излучения акустического сигнала создается таким образом, чтобы прямое влияние между лапками было минимальным, но при этом достаточное для исследования цементного кольца.

# Примеры результатов исследования



# Примеры результатов исследования



Светлые участки показывают пустоты в цементном кольце, причем можно посмотреть какой сегмент является некачественным (2я колонка).