

# Подавление переходных процессов в каротаже на постоянном токе

**ИНГГ СО РАН**

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



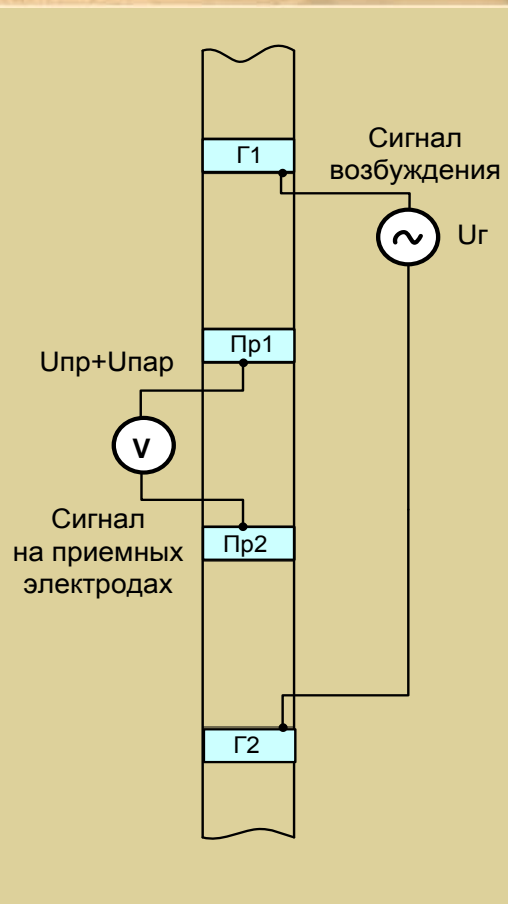
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»

В данном докладе рассмотрен способ подавления переходных процессов на постоянном токе применительно к методу бокового каротажа (БК), реализованном в каротажном комплексе СКЛ-А.

На рисунке изображена обобщенная схема гальванического зонда.

- Сигнал возбуждения  $U_g$  подается на генераторные электроды Г1 и Г2.
- Часть сигнала возбуждения, пройдя через среду, попадает на приемные электроды Пр1 и Пр2. Этот сигнал  $U_{пр}$  назовем полезным.
- Кроме полезного сигнала  $U_{пр}$  на приемные электроды Пр1, Пр2 попадают паразитные сигналы  $U_{пар}$ .
- К паразитным сигналам относятся медленные переходные процессы, возникающие в результате:
  - а) наличия постоянно меняющегося электрохимического потенциала на границе между электродами аппаратуры и среды,
  - б) изменения электрохимических потенциалов среды при воздействии на зонд
  - в) В частотно-избирательных фильтрах измерительных трактов аппаратуры.

О медленных переходных процессах далее пойдет речь.



**ИНГГ СО РАН**

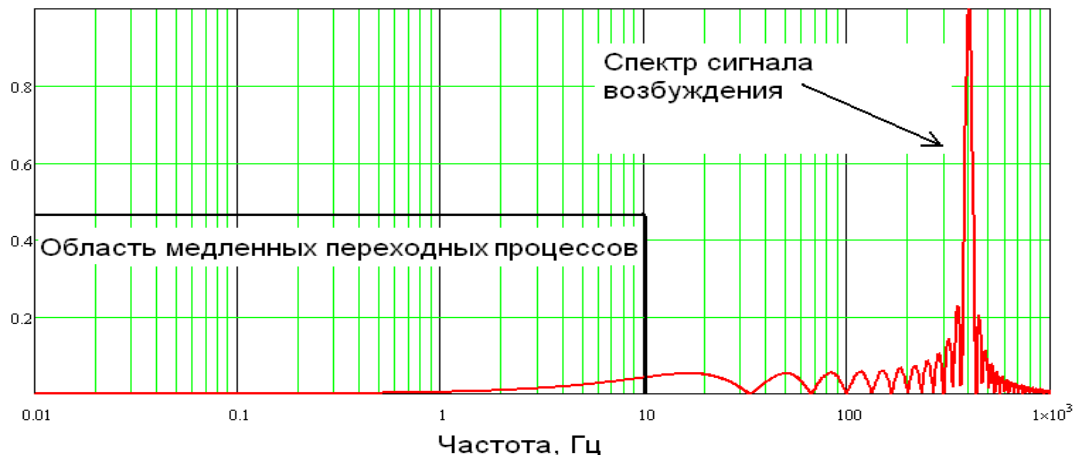
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»

# Выбор сигнала возбуждения

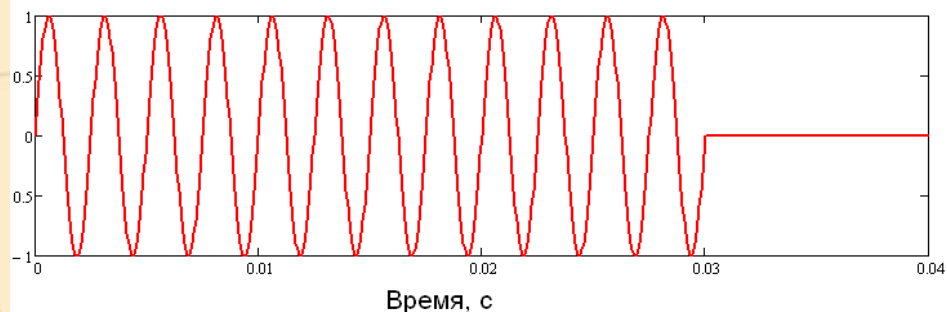
Нормированный частотный спектр амплитуд измеряемого сигнала



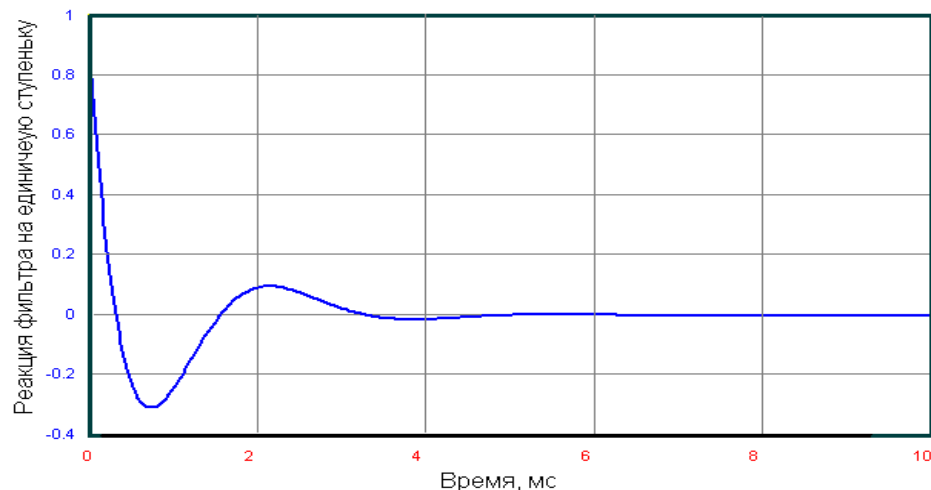
- Основная доля энергии частотного спектра медленных переходных процессов, возникающих в среде и на границах среда-электрод, сконцентрирована в диапазоне частот 0..10 Гц.
- Сигнал возбуждения целесообразно выбрать таким, чтобы частотный диапазон, в котором сконцентрирована большая часть его энергии не пересекал частотный диапазон медленных переходных процессов. Тогда появляется возможность с помощью фильтрации отделить полезный сигнал от паразитного.

- Длительность сигнала возбуждения не должна превышать максимальное время, отведенное на измерение зондом. В модуле БК для СКЛ-А это время (составило 50 мс), и определяется исходя из общего количества зондов гальванических методов и максимальной скорости спуска или подъема модуля.
- В качестве сигнала возбуждения был выбран радиоимпульс,
- С частотой заполнения 400 Гц и длительностью 40 мс.

Нормированный к амплитуде сигнал возбуждения



# Выбор подходящего фильтра предварительной селекции

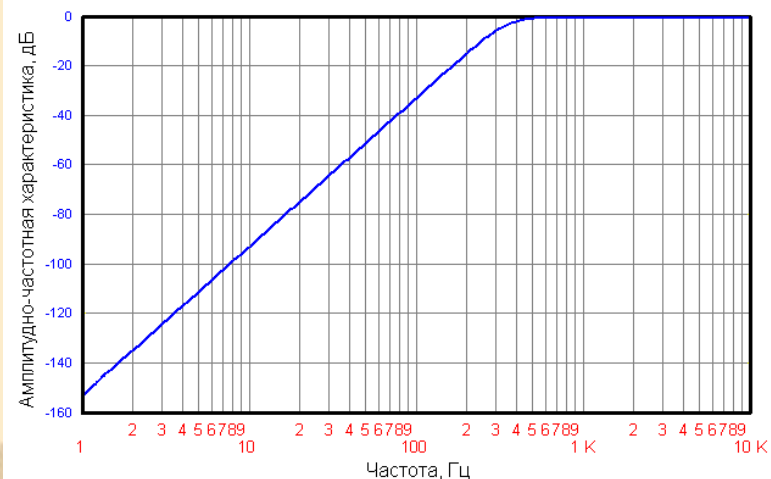


Фильтр был разбит на два последовательно соединенных звена.

Первое звено обеспечивает подавление медленных переходных процессов среды до 10 Гц не менее чем на 90 дБ, но вносит собственный переходной процесс, который длится порядка 5 мс, который определяется переходной характеристикой фильтра (реакция фильтра на единичную ступеньку):

Фильтр предварительной селекции ставится на входе измерителя приемного сигнала и предназначен для:

- Предварительного подавления медленных переходных процессов с целью приведения полезного сигнала к динамическому диапазону аналого-цифрового преобразователя (АЦП), поскольку амплитуда паразитного сигнала может оказаться на 2..3 порядка больше полезного сигнала;
- подготовки сигнала для дальнейшей цифровой обработки (ограничение полосы пропускания сигнала).
- Селективный фильтр не должен вносить медленных переходных процессов чтобы уложиться в отведенное время измерения зонда.



**ИНГГ СО РАН**

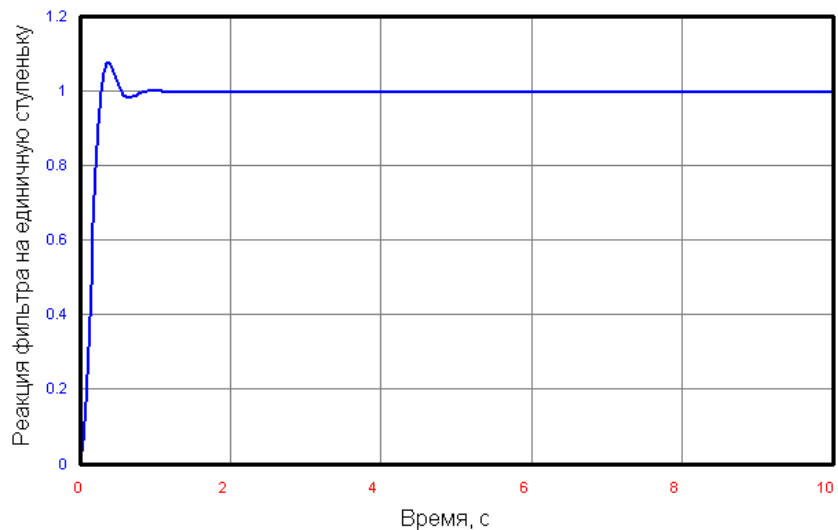
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»

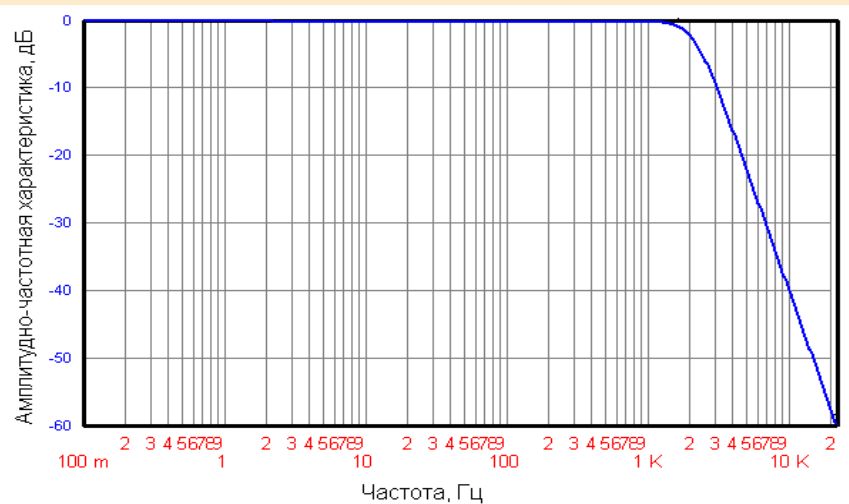
# Фильтр ограничения спектра входного сигнала АЦП



- Второе звено фильтра предназначено для ограничения спектра входного сигнала, так называемая подготовка сигнала к оцифровке. Получившийся фильтр имеет полосу пропускания 2 кГц.

- Фильтр вносит дополнительный переходной процесс, не существенный по времени, всего 1 мс.

- Время переходного процесса несущественно благодаря выбору достаточно большой полосы пропускания по сравнению с частотой заполнения частоты радиоимпульса возбуждения.



**ИНГГ СО РАН**

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

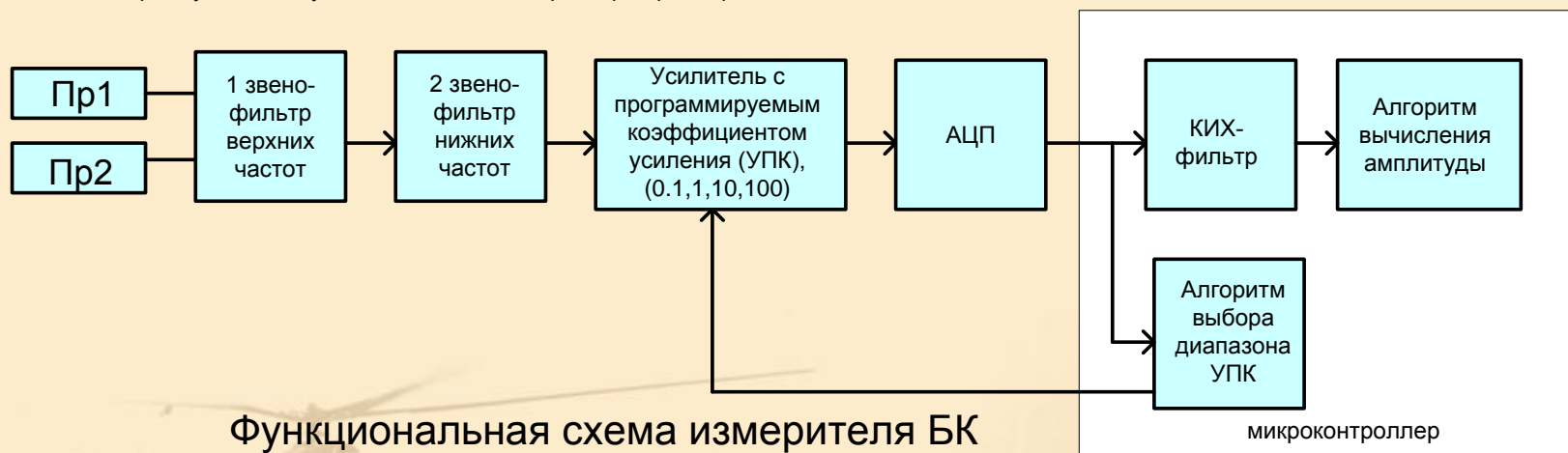
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



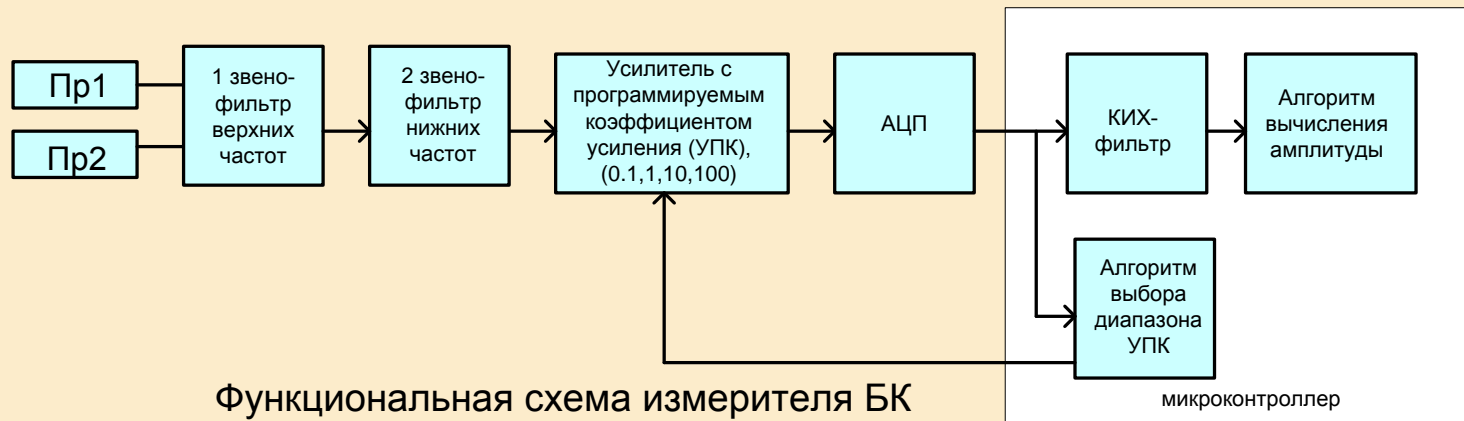
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»

# Сокращение времени выбора коэффициента усилителя

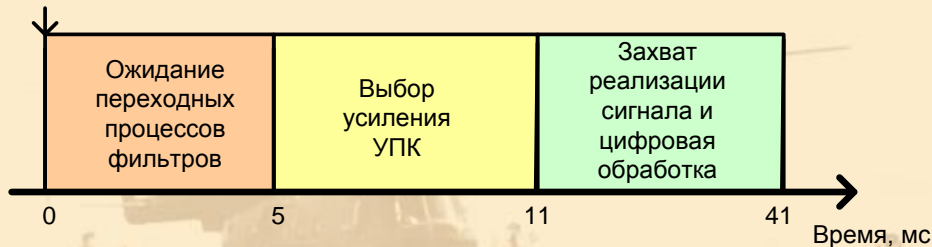
- Измеряемый (полезный) сигнал для зондов метода БК имеет очень широкий динамический диапазон,
- В приборе БК комплекса СКЛ-А измеряемый сигнал лежит в диапазоне от 10мкВ до10В.
- Чтобы перекрыть весь динамический диапазон не хватит даже 16 разрядного АЦП. Поэтому измеритель полезного сигнала должен содержать усилитель с переключаемым коэффициентом усиления для выбора необходимого диапазона.
- Усилитель с переключаемым коэффициентом усиления целесообразнее установить после фильтра предварительной селекции, чтобы каждый раз после переключения усиления усилителя не приходилось дожидаться окончания переходных процессов в фильтре. Такое решение в несколько раз сокращает время выбора нужного диапазона усиления, по сравнению с решением, у которого усилитель установлен на входе фильтра предварительной селекции.



# Временная диаграмма цикла измерения зонда



Включение сигнала возбуждения



- Включается сигнал возбуждения,
- Затем происходит ожидание 5 мс окончания переходных процессов в фильтре предварительной селекции,
- Затем происходит выбор коэффициента усиления усилителя с переключаемым коэффициентом усиления,
- И наконец выполняется захват реализации сигнала, и ее цифровая фильтрация и обработка.

**ИНГГ СО РАН**

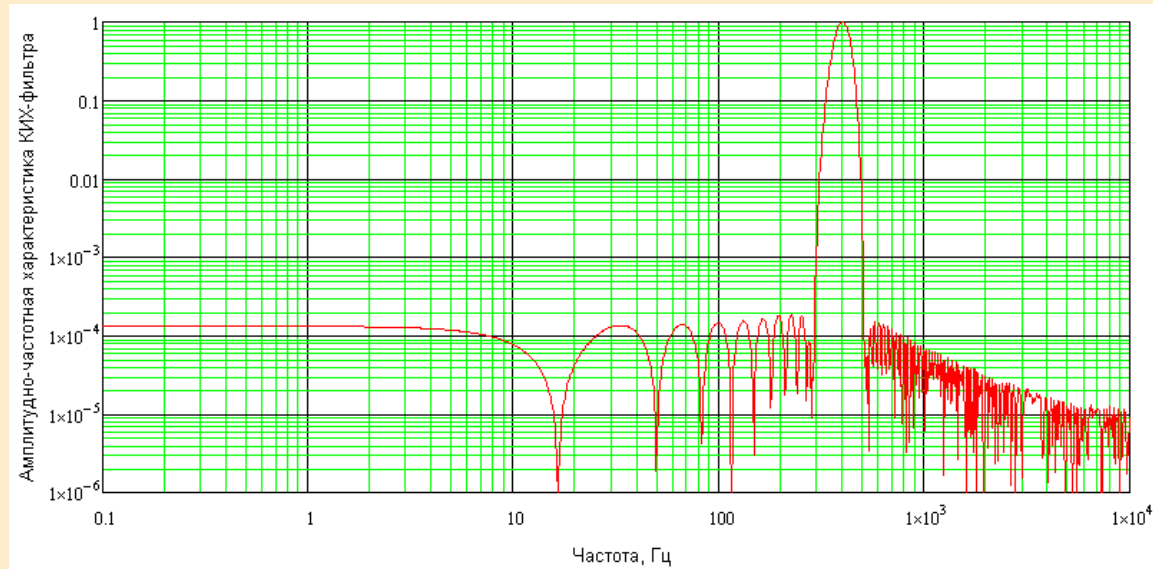
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»

# Цифровой КИХ-фильтр

- Цифровой КИХ-фильтр выделяет полосу возбуждающего сигнала (на частоте 400 Гц), делает это немного хуже, чем согласованный фильтр.
- Зато обеспечивает подавление сигналов за полосой пропускания не менее чем в 9000 раз (почти 79 дБ), чего не может дать согласованный фильтр.



**ИНГГ СО РАН**

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»





# Спасибо за внимание!

*Я сделал, что мог, пусть те, кто могут,  
сделают лучше.*

*Марк Туллий Цицерон*



**ИНГГ СО РАН**

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ «ЛУЧ»