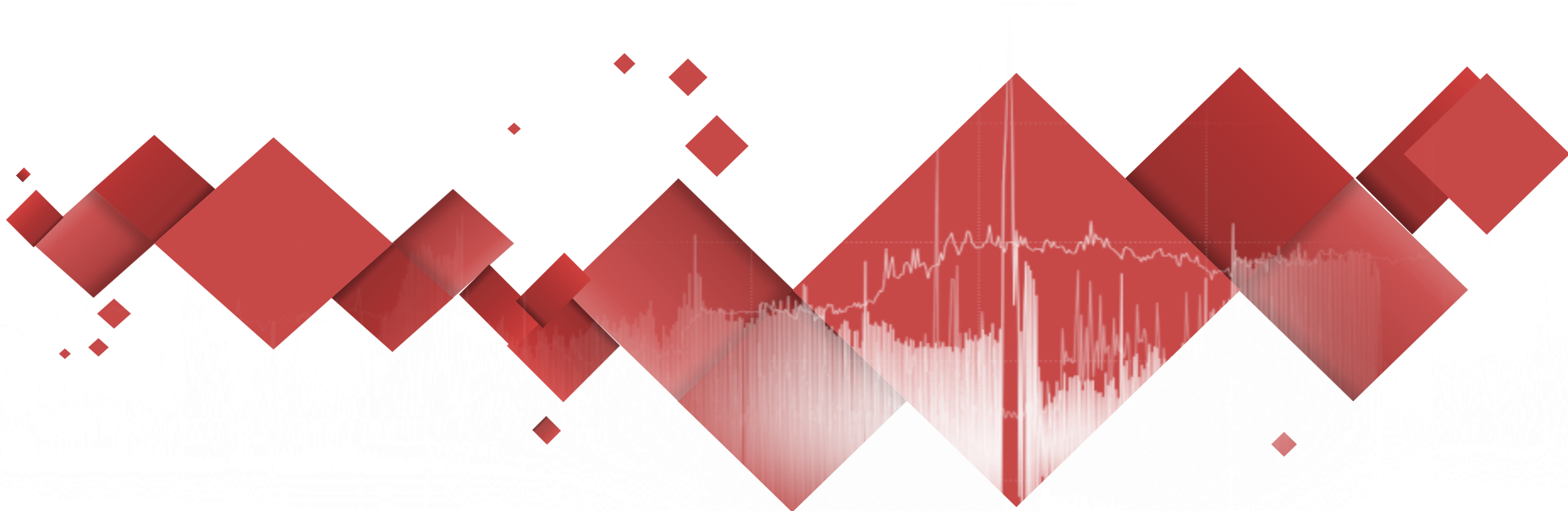


АО «Иркутское электроразведочное предприятие»



**Оценка возможности применения метода
ЗСБ для выделения коллекторов в
геоэлектрических условиях Пур-Тазовской
нефтегазоносной области.**

1

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель: Оценить возможность применения метода ЗСБ для выделения коллекторов в геоэлектрических условиях Пур-Тазовской нефтегазоносной области.

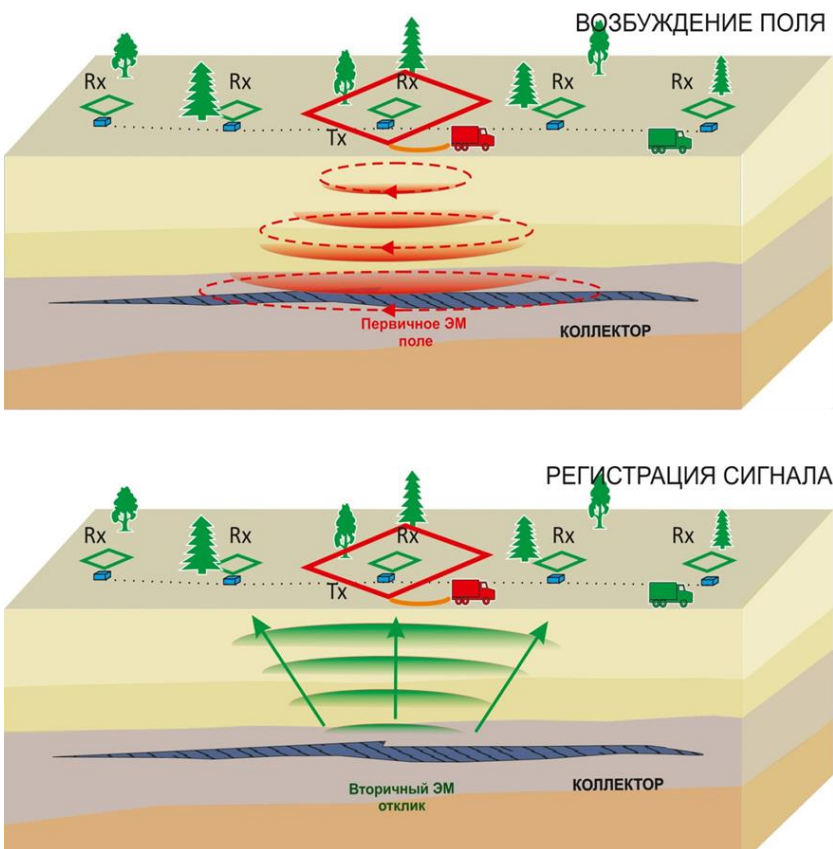
Методы:

1. Расчет сопротивления/проводимости коллекторов в скважинах;
2. Формирование геоэлектрических моделей с различным насыщением коллекторов;
3. Синтетическое моделирование, восстановление сигналов ЗСБ, от моделей с различным насыщением коллекторов

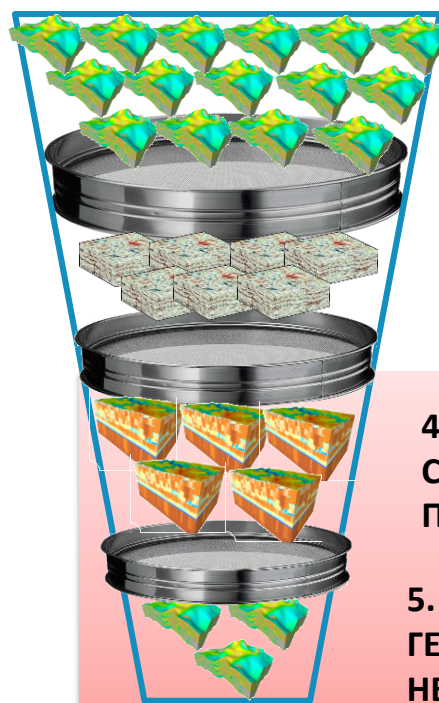
[Метод зондирования становлением поля в ближней зоне]

➤ Метод ЗСБ для поиска углеводородов в Восточной-Сибири широко применяется более 30 лет

Методика ЗСБ



ФИЛЬТР «ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ»



1. МНОЖЕСТВО РАВНОВЕРОЯТНЫХ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕАЛИЗАЦИЙ

2. ГЕОСТАТИСТИЧЕСКАЯ
ИНВЕРСИЯ

3. СОЗДАНИЕ НАБОРА
СИНТЕТИЧЕСКОЙ ГЕОЭЛ.
МОДЕЛЕЙ

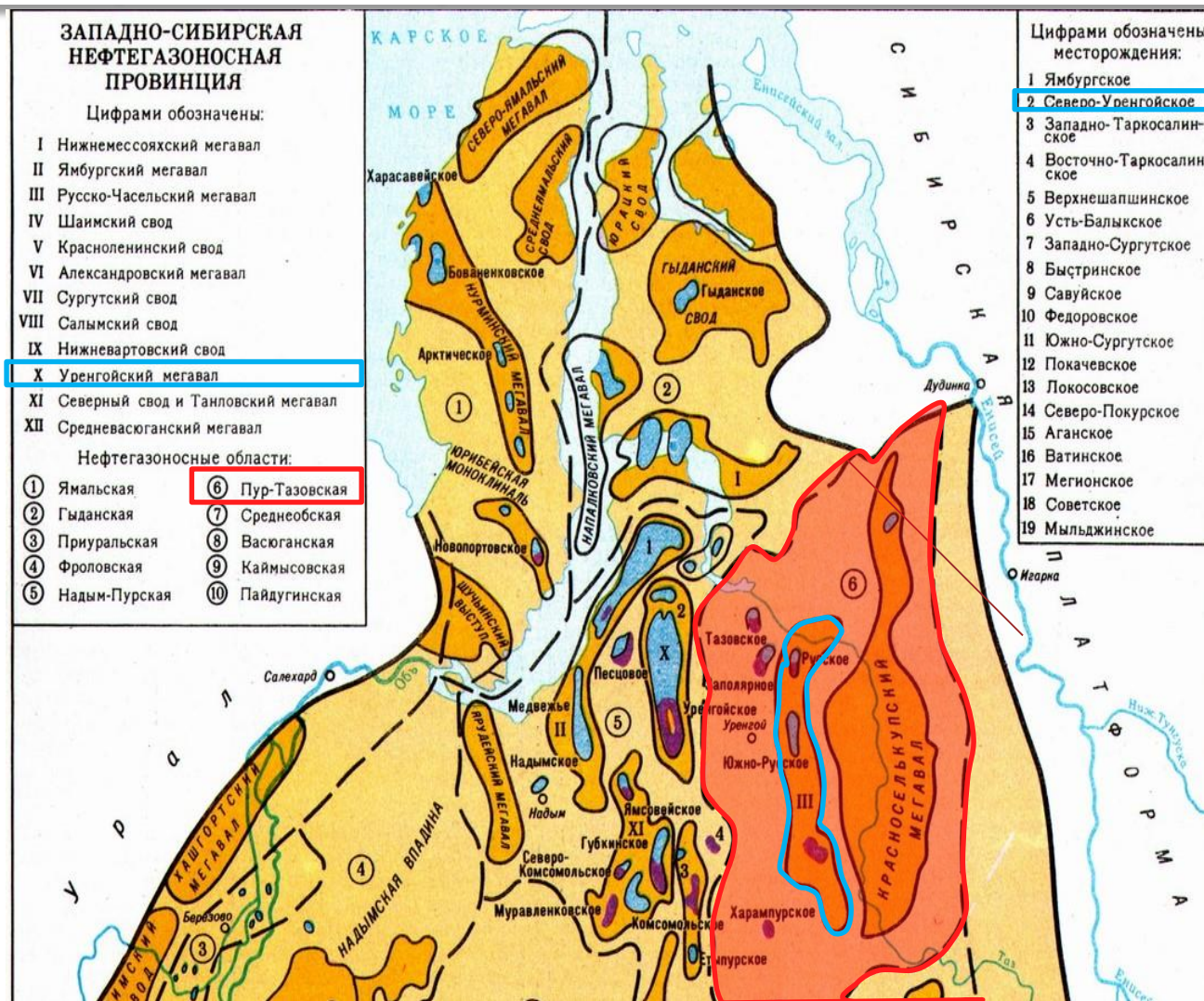
4. КОЛЛЕКТОРА
СПОСТАВЛЕНИЕ С
ПРОГНОЗОМ ПО ЗСБ

5. СОКРАЩЕНИЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Разработана методика повышения точности геологической модели пластов-коллекторов путем комплексирования сейсмических (МОГТ 3D) и электромагнитных (ЗСБ) исследований

[РАЙОН РАБОТ]

- Рассматриваемый район относится к высокоперспективной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции



Успешный опыт применения ЗСБ на территории Западной Сибири.

2

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

[ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ]

- **Входные данные по 2 скважинам:** каротаж, результаты интерпретации ГИС, петрофизические модели

ПАРАМЕТР	ИСТОЧНИК ДАННЫХ
ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗРЕЗА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА	1. БОКОВОЙ КАРОТАЖ 2. РАЗБИВКИ ПО СКВАЖИНАМ
ПАРАМЕТРЫ ЦЕЛЕВЫХ ГОРИЗОНТОВ	РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГИС (Кп, Кв, Нэф)
СОПРОТИВЛЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ	ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ПРОВОДИМОСТЬ ЦЕЛЕВОГО ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГОРИЗОНТА	СУММА ПРОВОДИМОСТИ КОЛЛЕКТОРА И ВМЕЩАЮЩИХ ОТЛОЖЕНИЙ

- Модель сопротивления осадочного чехла рассчитывается путем логарифмического осреднения **диаграммы БК** в интервале геоэлектрического горизонта;
- Параметры коллекторов Кп и Кв ($1 - K_{нг}$) определяются как средневзвешенные значения **по ГИС**, Нэф как сумма интервалов коллекторов
- **Геоэлектрическая модель** (сопротивления/проводимости) **целевых пластов** рассчитана через петрофизическую модель.

[ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ГИС]

СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ Кв,%; Кп%, и суммарная hэф,м.

Пласт	Насыщение	h, м	Кп,%	Кв,%	УЭС коллектора, Ом·м	УЭС гэол.гор- та, Ом·м*
Пласт 1	нефть	21	19	37	10.7	6.4
	нефть+вода	17.6	17	61	5.5	
	вода	12	17	98	2.3	
Пласт 2	нефть	15.8	11	59	14	4.7
	вода	60.6	15	98	3	



$$*S = S_{col} + S_{fon}$$

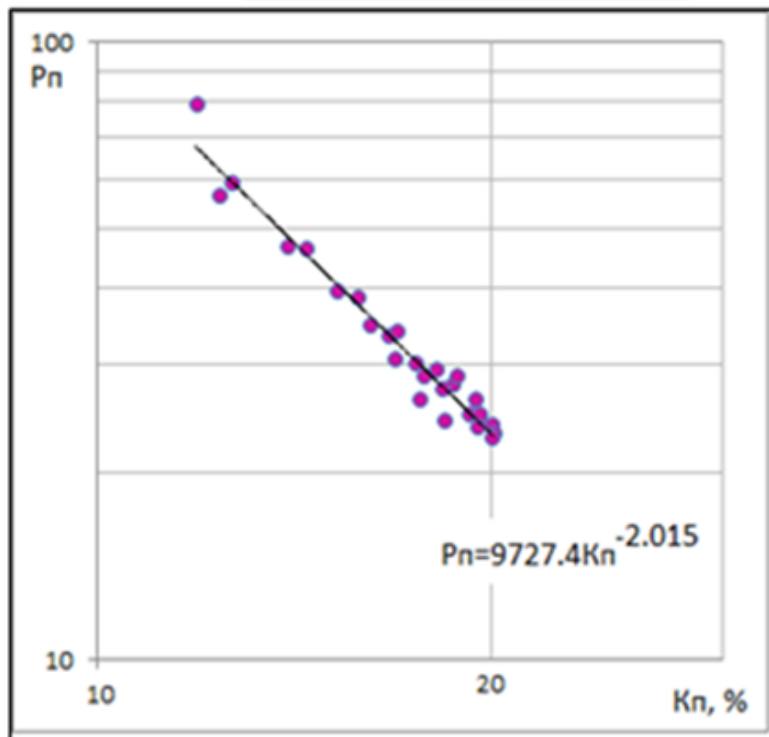
$$Rho = H/S$$

- Суммарная эффективная толщина коллектора Пласта 1 = 74.6 м
- Суммарная эффективная толщина коллектора Пласта 2 = 50.4 м
- Пласт 1 имеет трех фазное насыщение
- Пласт 2 имеет двух фазное насыщение

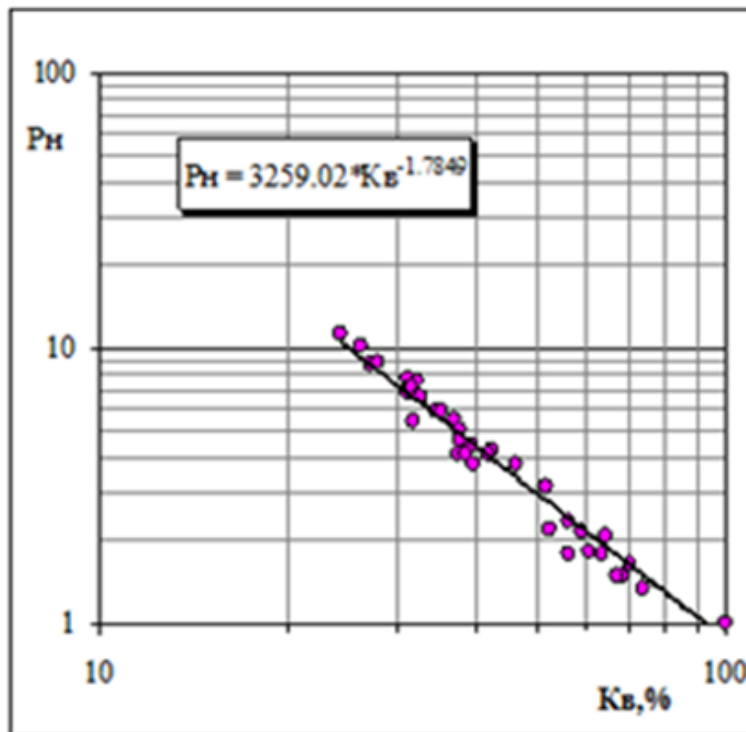
УЭС коллектора определяется через петрофизическую зависимость.
Соппротивление вмещающих отложений определено по диаграмме бокового каротажа.

[ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДАХНОВА-АРЧИ]

Параметр пористости



Параметр насыщения



➤ Сопротивление пластовой воды $R_w = 0.08 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

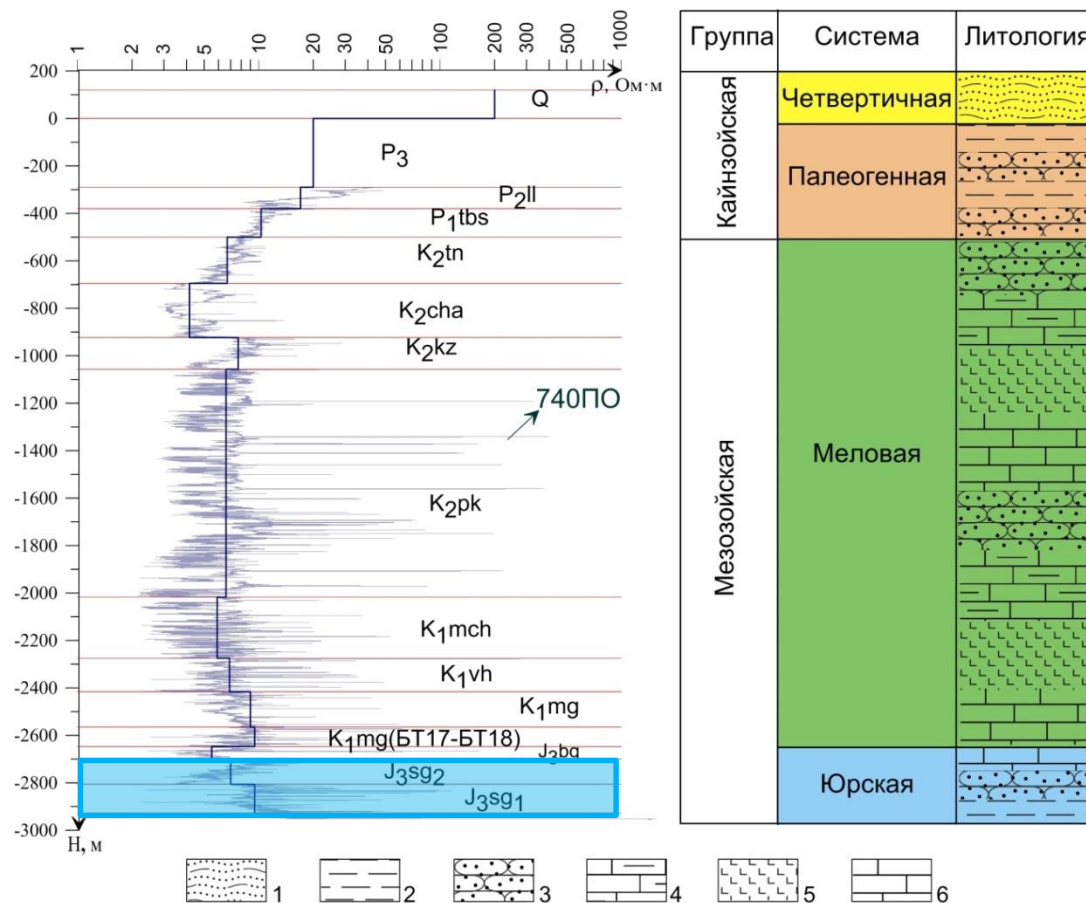
3

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

[ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПО БК]

Модель сопротивления осадочного чехла рассчитывается путем логарифмического осреднения **диаграммы БК** в интервале геоэлектрического горизонта.

Геоэлектрическая модель по БК

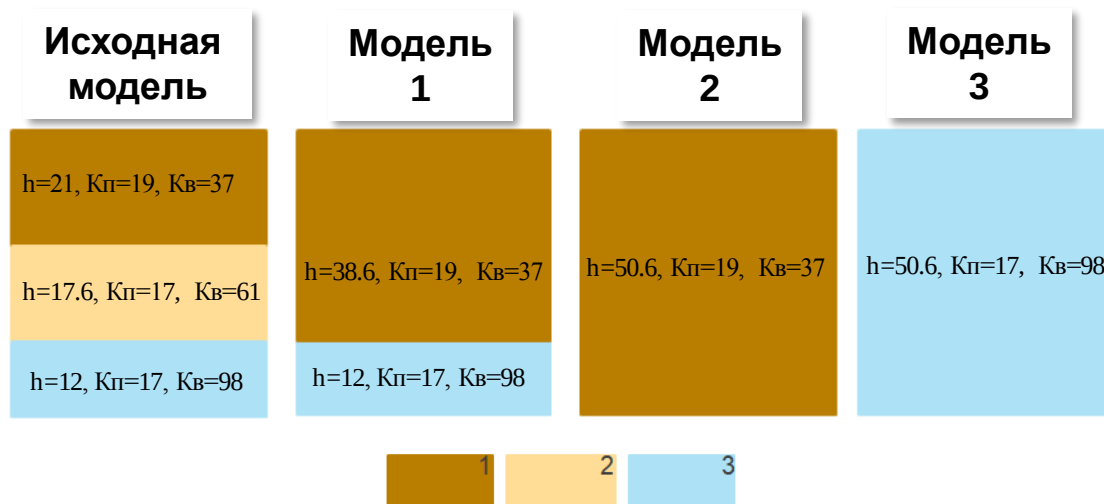


Пласт 1 стратиграфически приурочен к юрским отложениям сиговской свиты верхней части подсвиты

Пласт 2 стратиграфически приурочен к юрским отложениям сиговской свиты нижней подсвиты

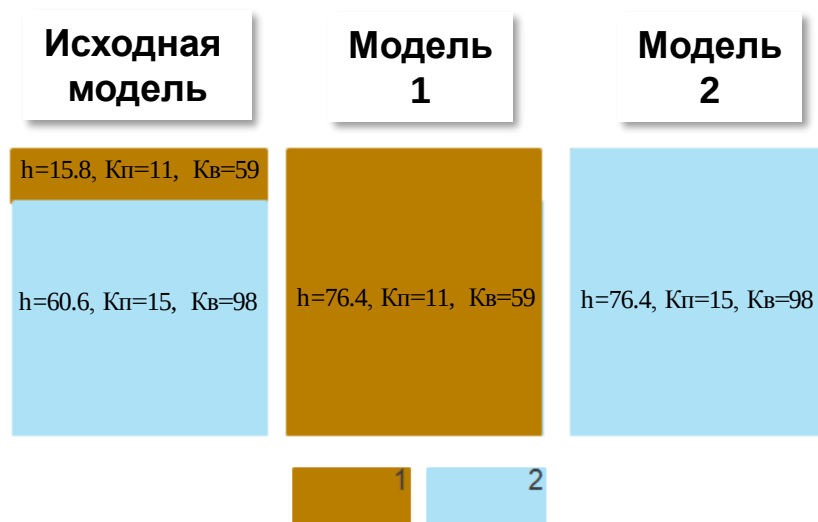
[Модели насыщения пластов]

Пласт 1



Получен приток нефти
Qн – 226 м³/сут.

Пласт 2



скважина 1
получен приток нефти
Qн – 162 м³/сут,
скважина 2
получен приток воды
Qв – 120 м³/сут.

Сочетания типов насыщения Пласта 1 и Пласта 2

Пласт- коллектор	Пласт 1					
	Номер модели	Насыщение	М-1	М-2	М-3	М-4
			нефть	нефть/вода	нефть/нефть+вода/вода	вода
Пласт 2	М-1	нефть	1-1	2-1	3-1	4-1
	М-2	нефть+вода	1-2	2-2	3-2	4-2
	М-3	вода	1-3	2-3	3-3	4-3

- Пласт 1 – 4 модели насыщения
- Пласт 2 – 3 модели насыщения
- 12 комбинаций насыщения целевых пластов.

4

СИНТЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

[АЛГОРИТМ СИНТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ]

Синтетическое моделирование позволяет оценить возможность картирования пластов-коллекторов до начала полевых работ, а также определить необходимую точность сигналов ЗСБ, обеспечивающих решение поставленной геологической задачи.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА:

1. Формирование базовой геоэлектрической модели на основе БК;
2. Расчет сигнала ЗСБ от модели (решение прямой задачи);
4. Зашумление сигнала;
5. Инверсия сигналов для синтезированной кривой с учетом изменения насыщения, в целевых горизонтах (решение обратной задачи);
6. Анализ расхождения значений сопротивления исходной геоэлектрической модели и результата инверсии синтезированной кривой.

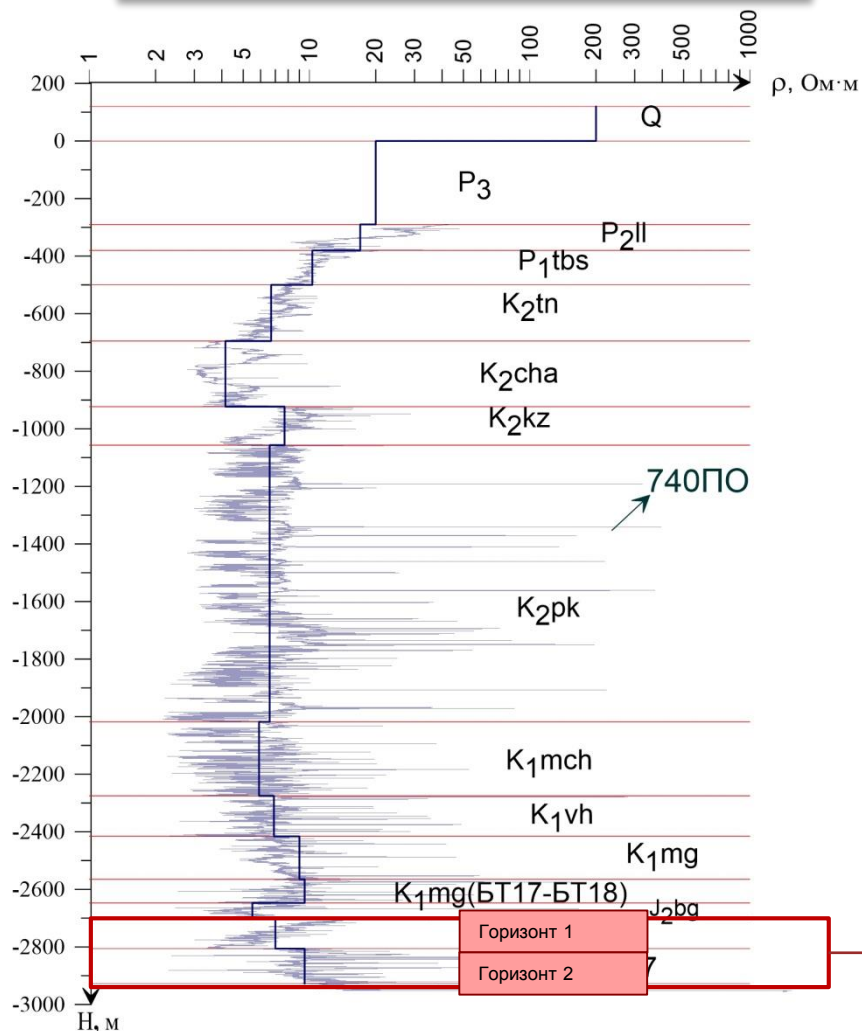
5

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

[ОСРЕДНЕНИЕ КАРОТАЖА]

Модель сопротивления осадочного чехла рассчитывается путем логарифмического осреднения **диаграммы БК** в интервале геоэлектрического горизонта.

Геоэлектрическая модель по БК



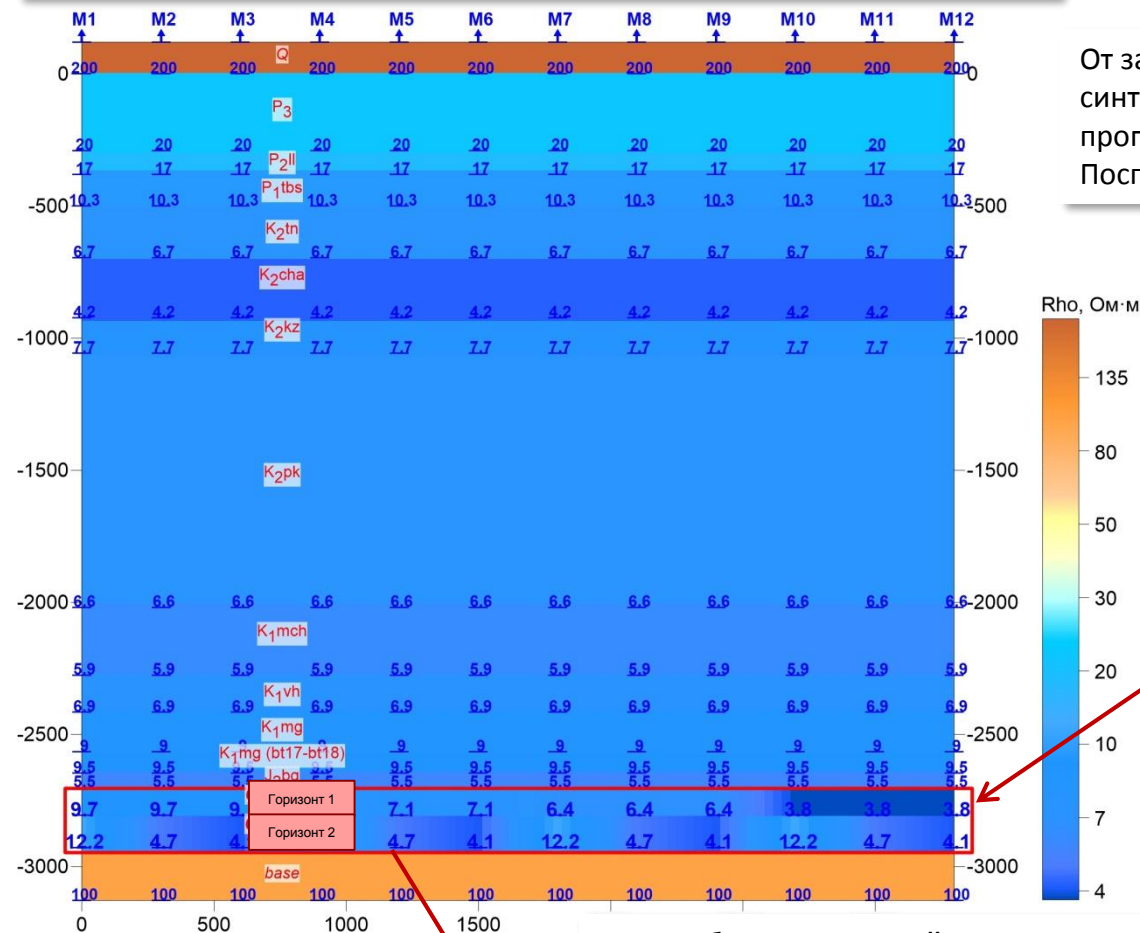
Геоэлектрическая модель ЗСБ

№	Rho	H	S	ID	Ssum	Depth
1	200	120	0.60	Q	0.60	120
2	20	289.8	14.49	P3	15.09	0
3	17	90.2	5.31	P2ll	20.4	-289.8
4	10.3	120	11.65	P1tbs	32.05	-380
5	6.7	195.45	29.17	K2tn	61.22	-500
6	4.2	227.7	54.21	K2cha	115.43	-695.45
7	7.7	133.78	17.37	K2kz	132.8	-923.15
8	6.6	961.51	145.68	K2pk	278.48	-1056.93
9	5.9	256.45	43.47	K1mch	321.95	-2018.44
10	6.9	140.76	20.40	K1vh	342.35	-2274.89
11	9	149.72	16.64	K1mg	358.99	-2415.65
12	9.5	81.30000000000002	8.56	K1mg(БТ17-БТ18)	367.55	-2565.37
13	5.5	53.90000000000001	9.80	J2bg	377.35	-2646.67
14	9.7	105.4	10.87	Горизонт 1	388.22	-2700.57
15	12.2	121.6	9.97	Горизонт 2	398.19	-2805.97
16	100	500	5.00	base		-2927.57

Суммарная проводимость перекрывающих отложений 377 См.

[РАСЧЕТ СИГНАЛОВ ЗСБ]

Синтетические модели



От заданного набора моделей производится расчет синтетических сигналов ЗСБ в специализированном программном комплексе «Model3» (Агафонов Ю.А., Поспеев А.В., Шарлов М.В. и др.).

Всего сформировано 12 моделей; Сопротивление целевого интервала изменяется в зависимости от насыщения пластов. **Геоэлектрическая модель** (сопротивления/проводимости) **целевых пластов** рассчитана через петрофизическую модель.

Целевые горизонты

Таблица насыщений Пласт 1, Пласт 2

Горизонт 1 (Пласт 1)

Горизонт 2 (Пласт 2)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Горизонт 1 (Пласт 1)	нефть	нефть	нефть	нефть/вода	нефть/вода	нефть/вода	нефть/нефть+вода/вода	нефть/нефть+вода/вода	нефть/нефть+вода/вода	нефть/нефть+вода/вода	вода	вода
Горизонт 2 (Пласт 2)	нефть	нефть+вода	вода	вода	вода	вода	вода	вода	вода	вода	вода	вода
	9.7	9.7	9.7	7.1	7.1	7.1	6.4	6.4	6.4	3.8	3.8	3.8
	12.2	4.7	4.1	12.2	4.7	4.1	12.2	4.7	4.1	12.2	4.7	4.1

нефть

вода

нефть+вода

ЧНЗ

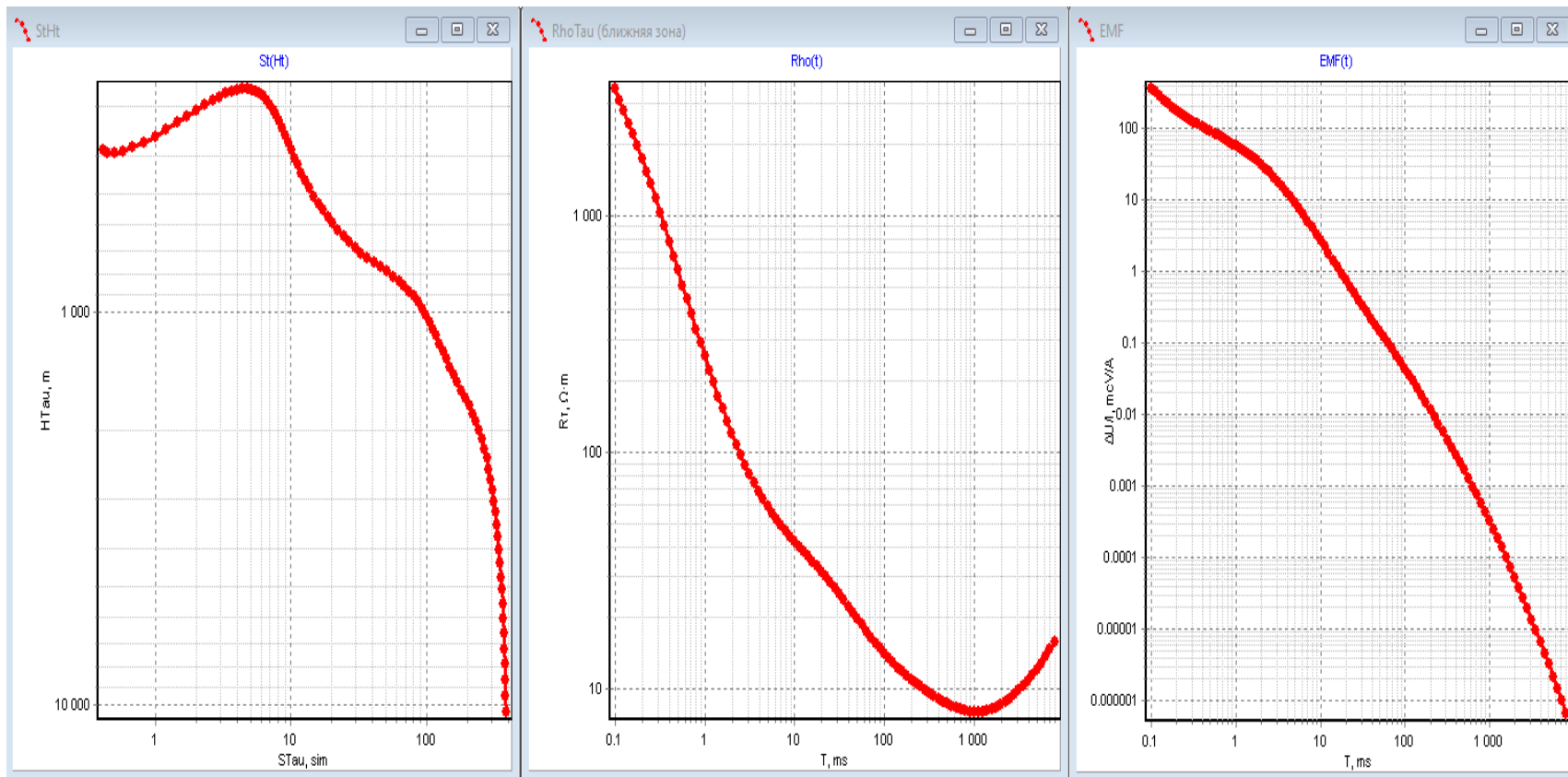
ЧВЗ

ПЗ

[СИНТЕТИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ СТАНОВЛЕНИЯ СИГНАЛА ЗСБ]

Программный комплекс Model3 позволяет рассчитать кривые ЭДС и трансформанты $R(t)$ и $St(Ht)$.

Синтетические кривые становления сигнала ЗСБ на территории исследуемой площади.



[ОЦЕНКА РАСХОЖДЕНИЯ НЕЗАШУМЛЕННЫХ СИГНАЛОВ]

Номограмма расхождения незашумленных сигналов ЗСБ от моделей с различным насыщением сиговской свиты

Группа 1

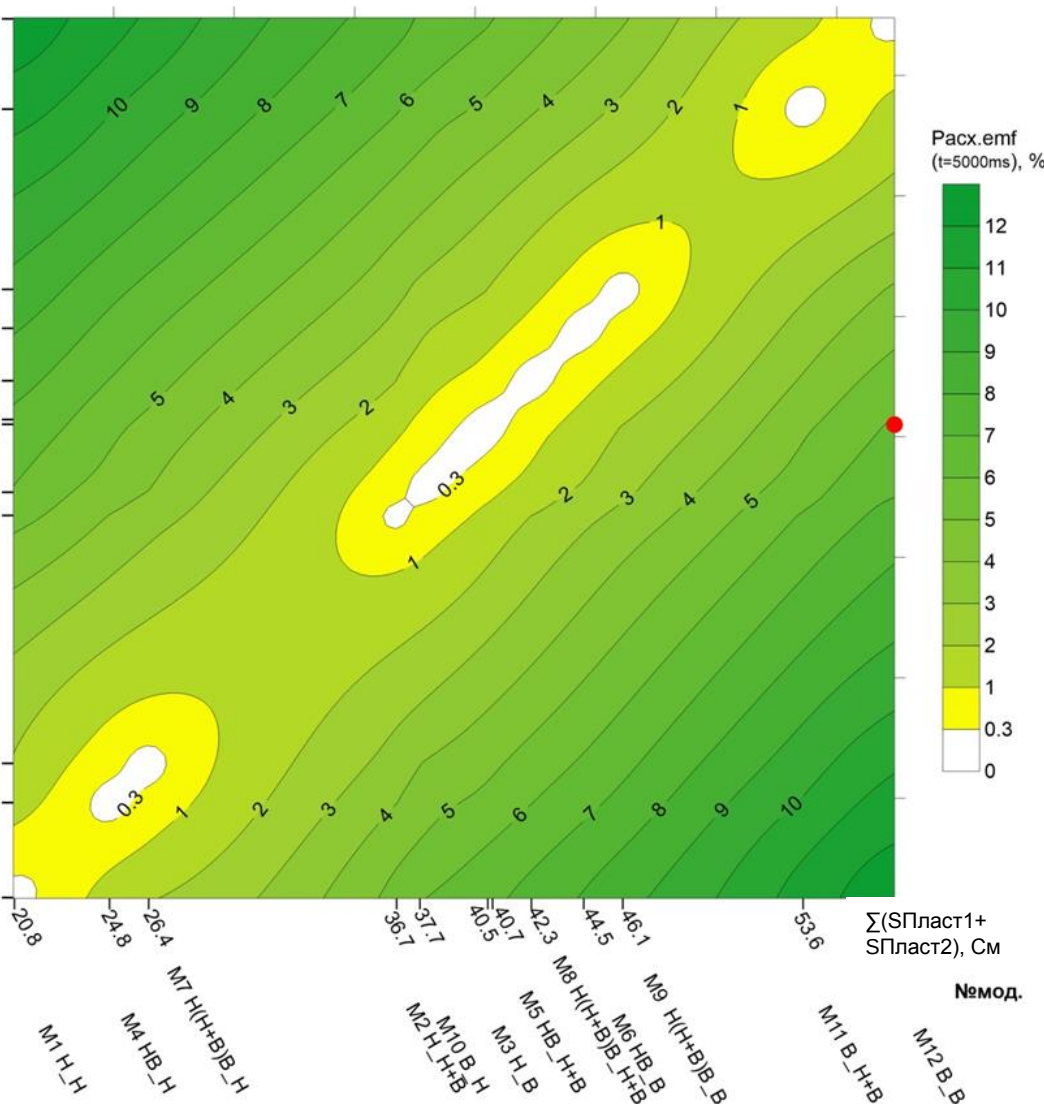
M12 B_V 57.4
M11 B_H+B 53.6

Группа 2

M9 H(H+B)V_B 46.1
M6 HB_B 44.5
M8 H(H+B)V_H+B 42.3
M5 HB_H+B 40.7
M3 H_B 40.5
M10 B_H 37.7
M2 H_H+B 36.7

Группа 3

M7 H(H+B)V_H 26.4
M4 HB_H 24.8
M1 H_H 20.8



По результатам предварительного расчета расхождений незашумленных сигналов ЗСБ выбраны три модели с различным насыщением сиговской свиты, M1(H_H), M5(HB_H+B), M12(B_V)

3 группы моделей по расхождению незашумленных сигналов ЗСБ

[МОДЕЛИ ПО ГРУППАМ]

		M7	M4	M1
<u>Группа 3</u>	Пласт 1	h=21, Kп=19, Kв=37 h=17.6, Kп=17, Kв=61 h=12, Kп=17, Kв=98	h=38.6, Kп=19, Kв=37 h=12, Kп=17, Kв=98	h=50.6, Kп=19, Kв=37
	Пласт 2	h=76.4, Kп=11, Kв=59	h=76.4, Kп=11, Kв=59	h=76.4, Kп=11, Kв=59
<u>Группа 1</u>		M11	M12	
	Пласт 1	h=50.6, Kп=17, Kв=98	h=50.6, Kп=17, Kв=98	
	Пласт 2	h=15.8, Kп=11, Kв=59 h=60.6, Kп=15, Kв=98	h=76.4, Kп=15, Kв=98	

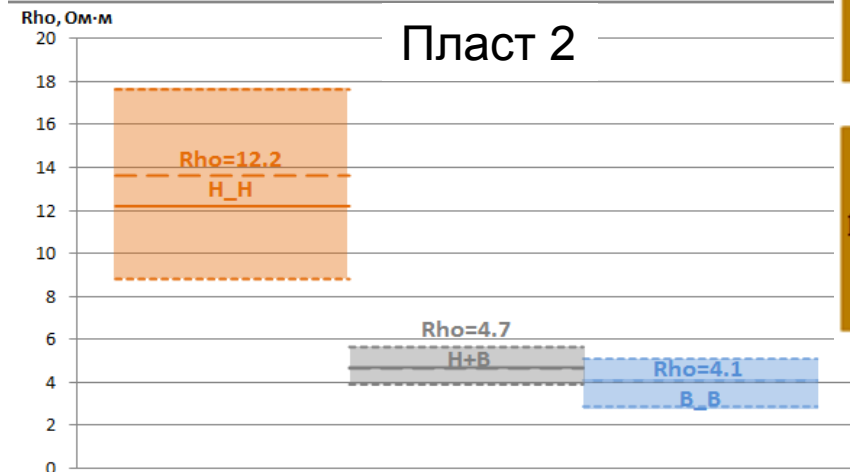
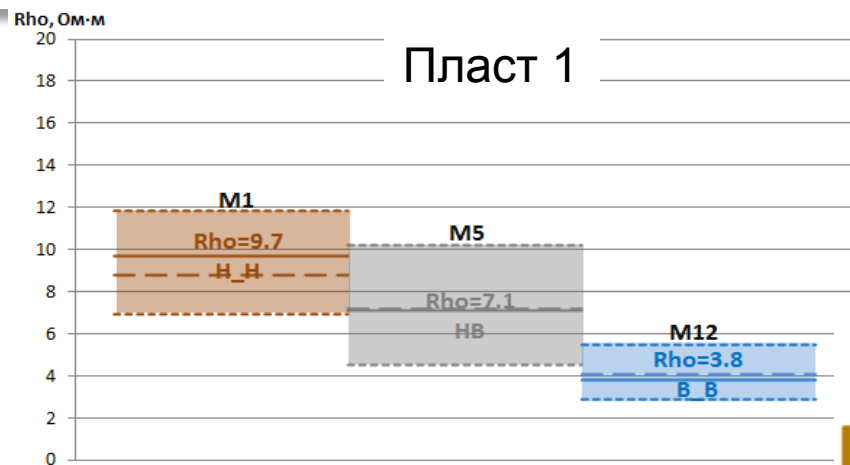
[МОДЕЛИ ПО ГРУППАМ]

		M2	M5	M8	M10
Группа 2	Пласт 1	h=50.6, Kп=19, Kв=37	h=38.6, Kп=19, Kв=37 h=12, Kп=17, Kв=98	h=21, Kп=19, Kв=37 h=17.6, Kп=17, Kв=61 h=12, Kп=17, Kв=98	h=50.6, Kп=17, Kв=98
	Пласт 2	h=15.8, Kп=11, Kв=59 h=60.6, Kп=15, Kв=98	h=15.8, Kп=11, Kв=59 h=60.6, Kп=15, Kв=98	h=15.8, Kп=11, Kв=59 h=60.6, Kп=15, Kв=98	h=76.4, Kп=11, Kв=59

		M3	M6	M9
Группа 2	Пласт 1	h=50.6, Kп=19, Kв=37	h=38.6, Kп=19, Kв=37 h=12, Kп=17, Kв=98	h=21, Kп=19, Kв=37 h=17.6, Kп=17, Kв=61 h=12, Kп=17, Kв=98
	Пласт 2	h=76.4, Kп=15, Kв=98	h=76.4, Kп=15, Kв=98	h=76.4, Kп=15, Kв=98

[ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАШУМЛЕННЫХ СИГНАЛОВ ЗСБ]

Диапазоны значений сопротивления в результате восстановления сигналов ЗСБ



- Для каждой модели генерируется 100 зашумленных сигналов, для каждого из ста сигналов выполняется восстановление модели/инверсия.
- По результатам восстановления 100 зашумленных сигналов от каждой модели определяется диапазон изменения значений сопротивления.
- По наложению диапазонов оценивается возможность картирования того или иного сопротивления целевого интервала.

M1

$h=50.6, K_{\Pi}=19, K_{В}=37$

M5

$h=38.6, K_{\Pi}=19, K_{В}=37$

$h=12, K_{\Pi}=17, K_{В}=98$

M12

$h=50.6, K_{\Pi}=17, K_{В}=98$

$h=76.4, K_{\Pi}=11, K_{В}=59$

$h=15.8, K_{\Pi}=11, K_{В}=59$

$h=60.6, K_{\Pi}=15, K_{В}=98$

$h=76.4, K_{\Pi}=15, K_{В}=98$

Модели с УВ-насыщением и полностью водонасыщенные разделяются по уровню сопротивления. Модель смешанного насыщения имеет наложения по уровню сопротивлений с Моделью Ув –насыщения и полностью водонасыщенной.

[ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СИНТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ]

1. По результатам предварительного расчета расхождений незашумленных сигналов ЗСБ выделено три группы моделей:

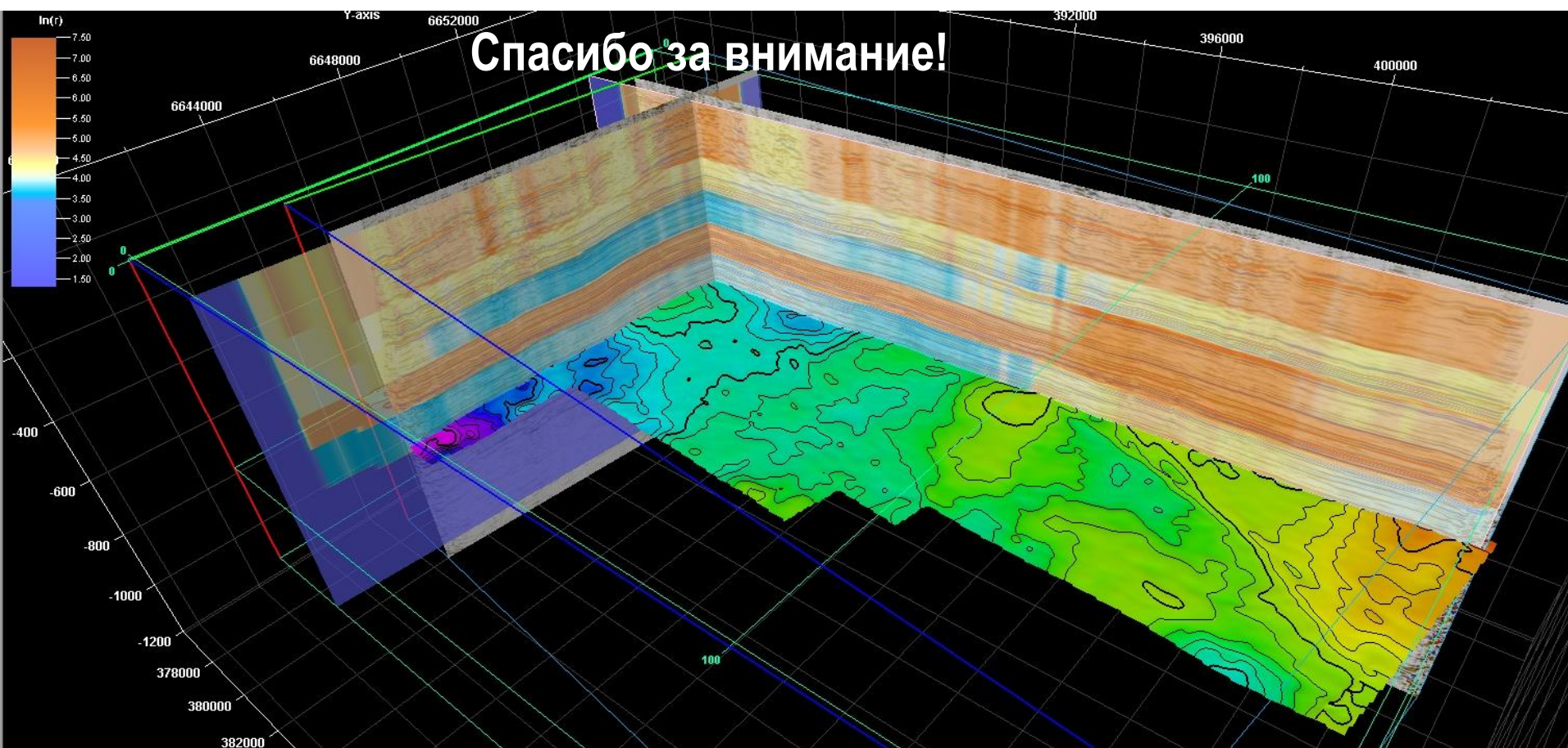
УВ насыщенные, смешанного насыщения, водонасыщенные.

Низким расхождением характеризуются модели, находящиеся внутри одной группы.

3. Наблюдается наложение диапазонов сопротивления между моделью с Ув-насыщением и смешанным насыщением.

4. Наблюдается наложение диапазонов сопротивления между водонасыщенной моделью и смешанного насыщения.

5. Возможно разделение зон УВ-насыщенных и водонасыщенных горизонтов.



+7(3952) 78-01-85

info@ierp.ru

www.ierp.ru



[СХЕМА СИНТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ]

