

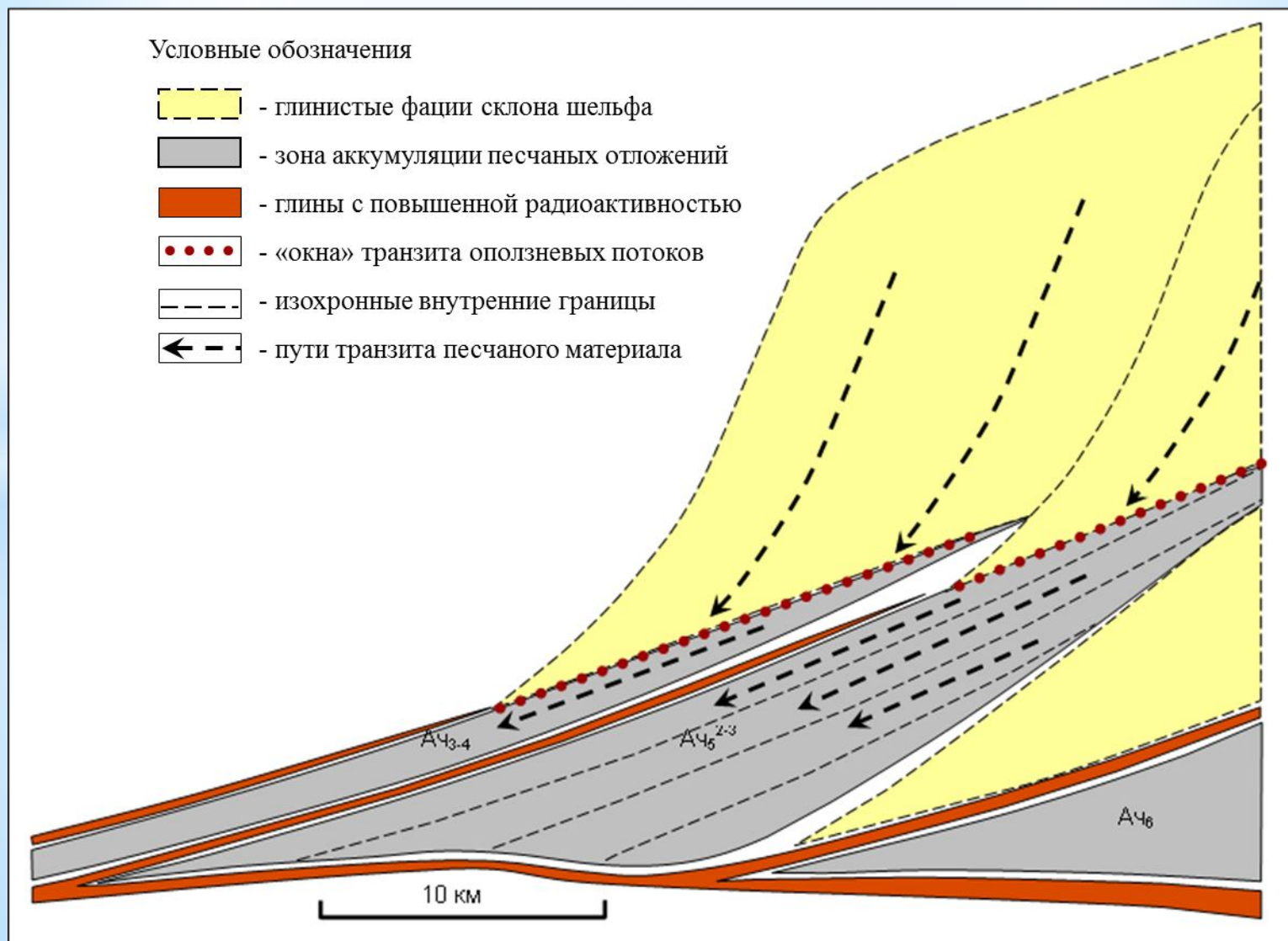
**Создание детальных трехмерных
геологических моделей ачимовской толщи
Уренгойского региона
(пласты Ач3, Ач4, Ач5)**

Мормышев
Владимир
Васильевич
ООО «ТюменНИИгипрогаз»

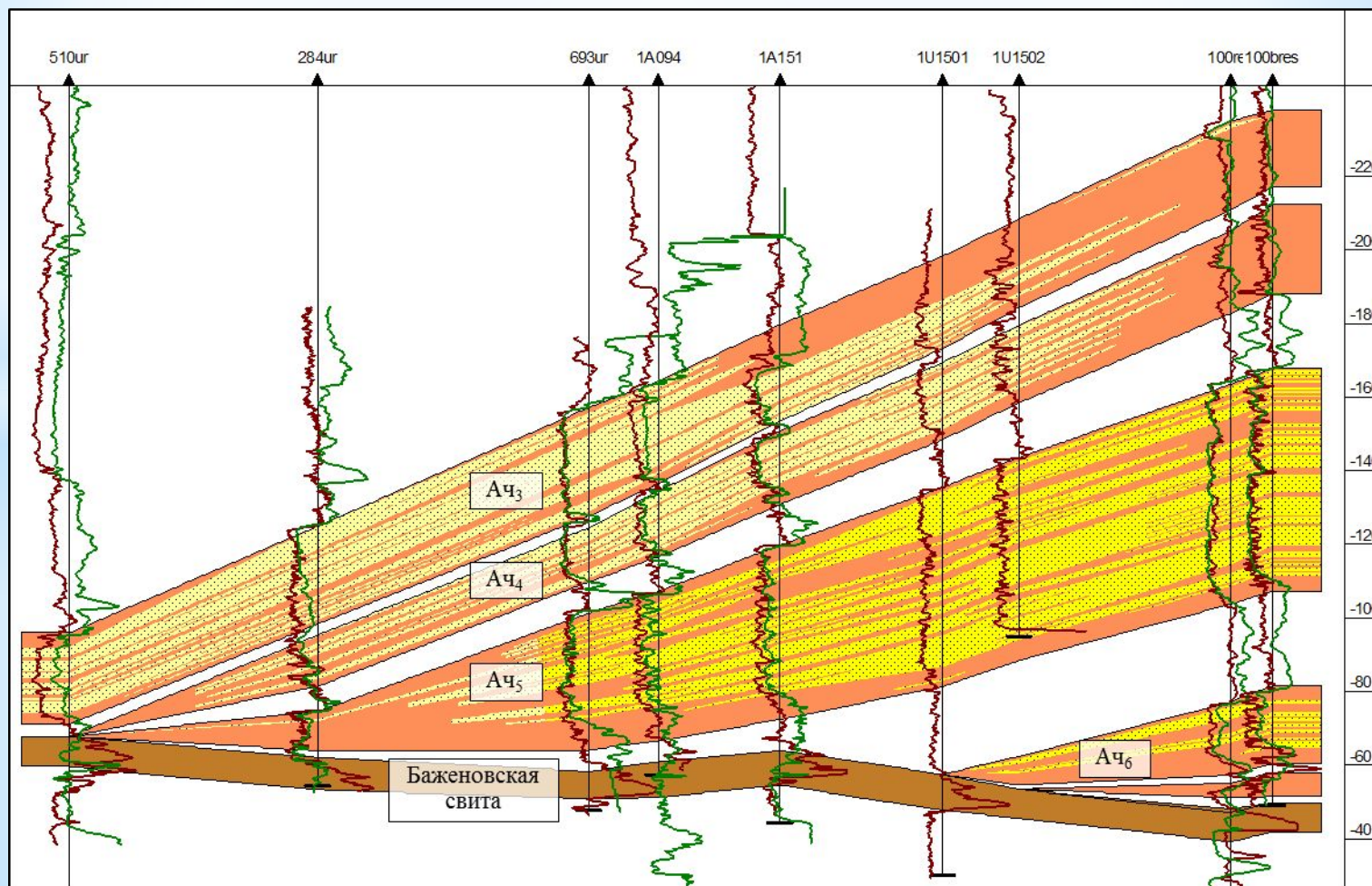
Основные этапы работы

- * 1. Проведение корреляции с целью детализации ачимовских горизонтов
- 2. Уточнение зависимостей для определения $K_{пр}$
- 3. Обоснование объемных параметров модели 3D
- 4. Построение структурного каркаса
- 5. Построение модели песчаности
- 6. Построение модели пористости
- 7. Построение модели насыщения
- 8. Настройка модели на запасы УВ

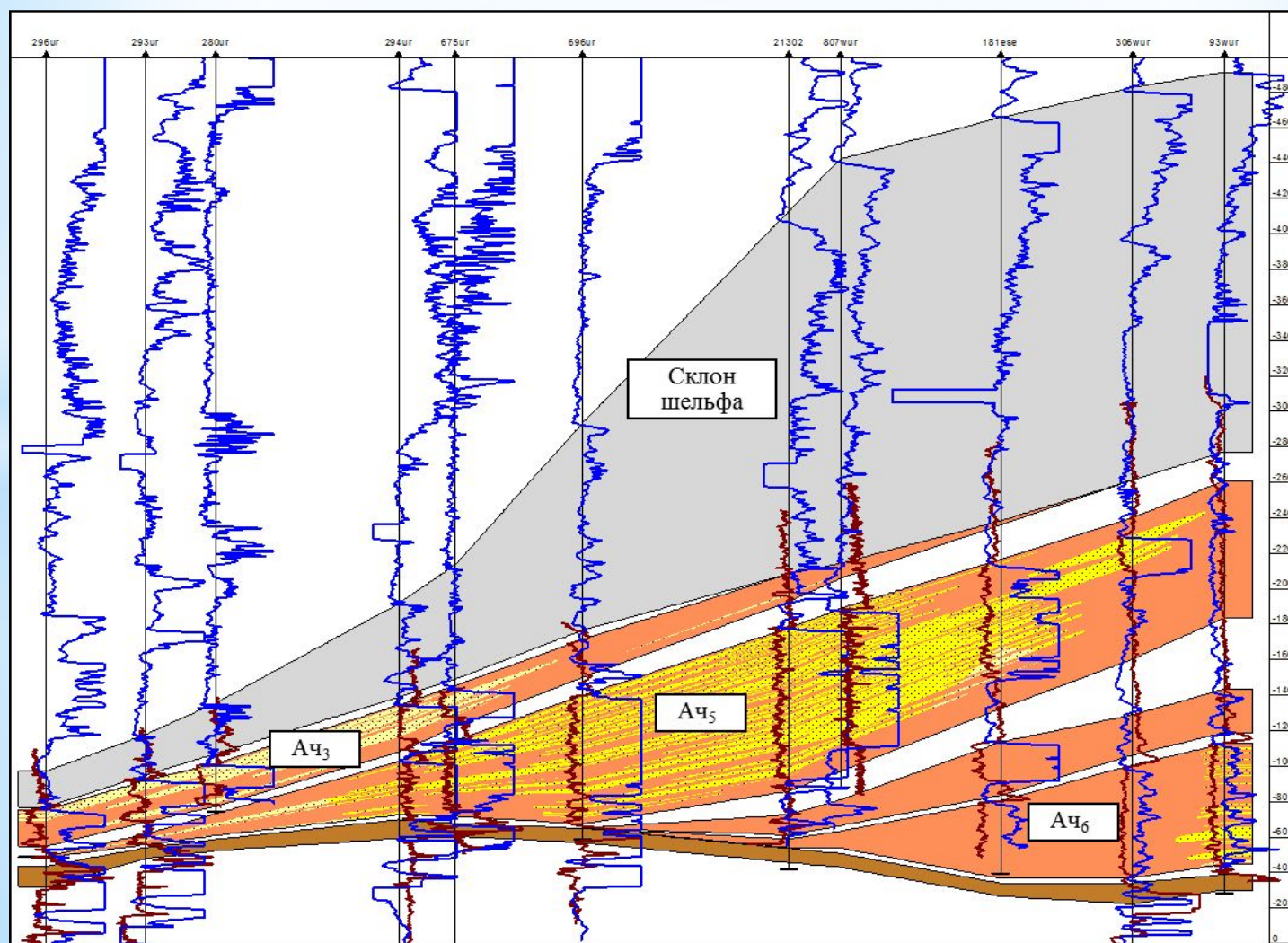
Принципиальная схема строения палеосклона неокомского шельфа Уренгойского региона



Пример палеорекострукции ачимовских пластов в центральной части Уренгойского НГКМ



Пример палеорекострукции ачимовских пластов и отложений шельфового склона



Профиль выравнивания горизонтов Ач₃, Ач₄, Ач₅ через Уренгойскую, Восточно-Уренгойскую и Ново-Уренгойскую площади по линии скважин 737-410

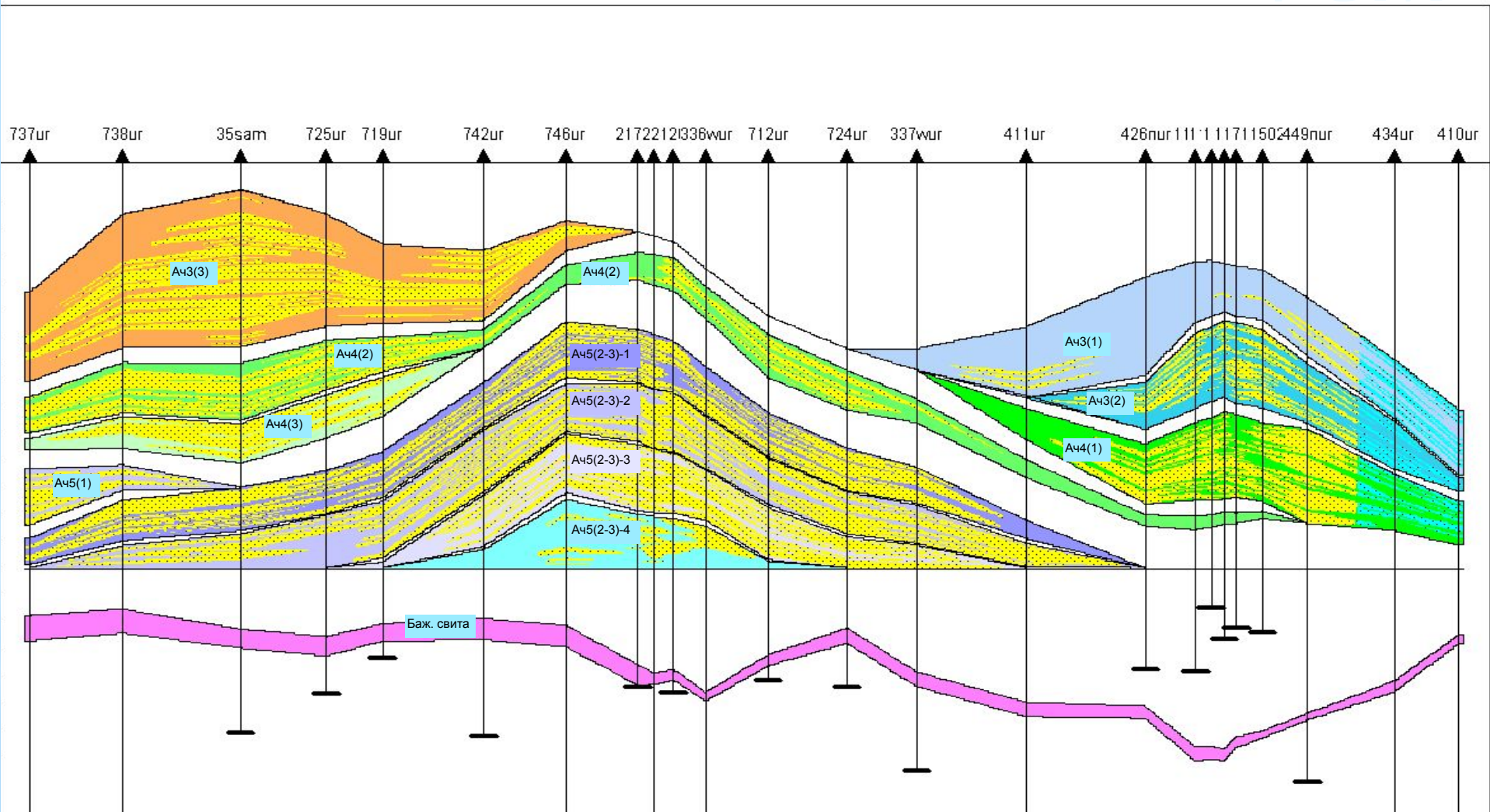


Схема корреляции ачимовских пластов по линии скважин 255-774

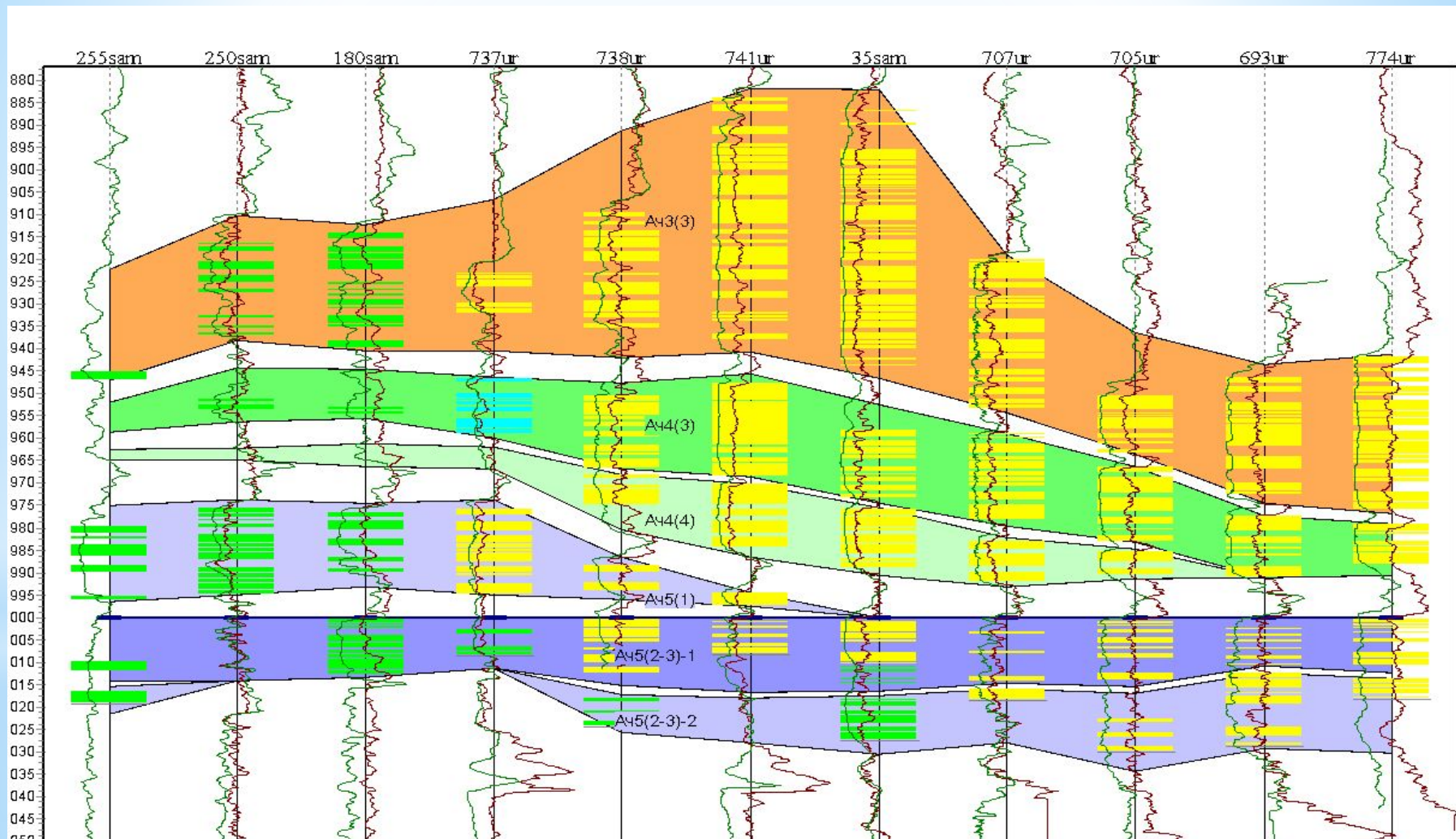
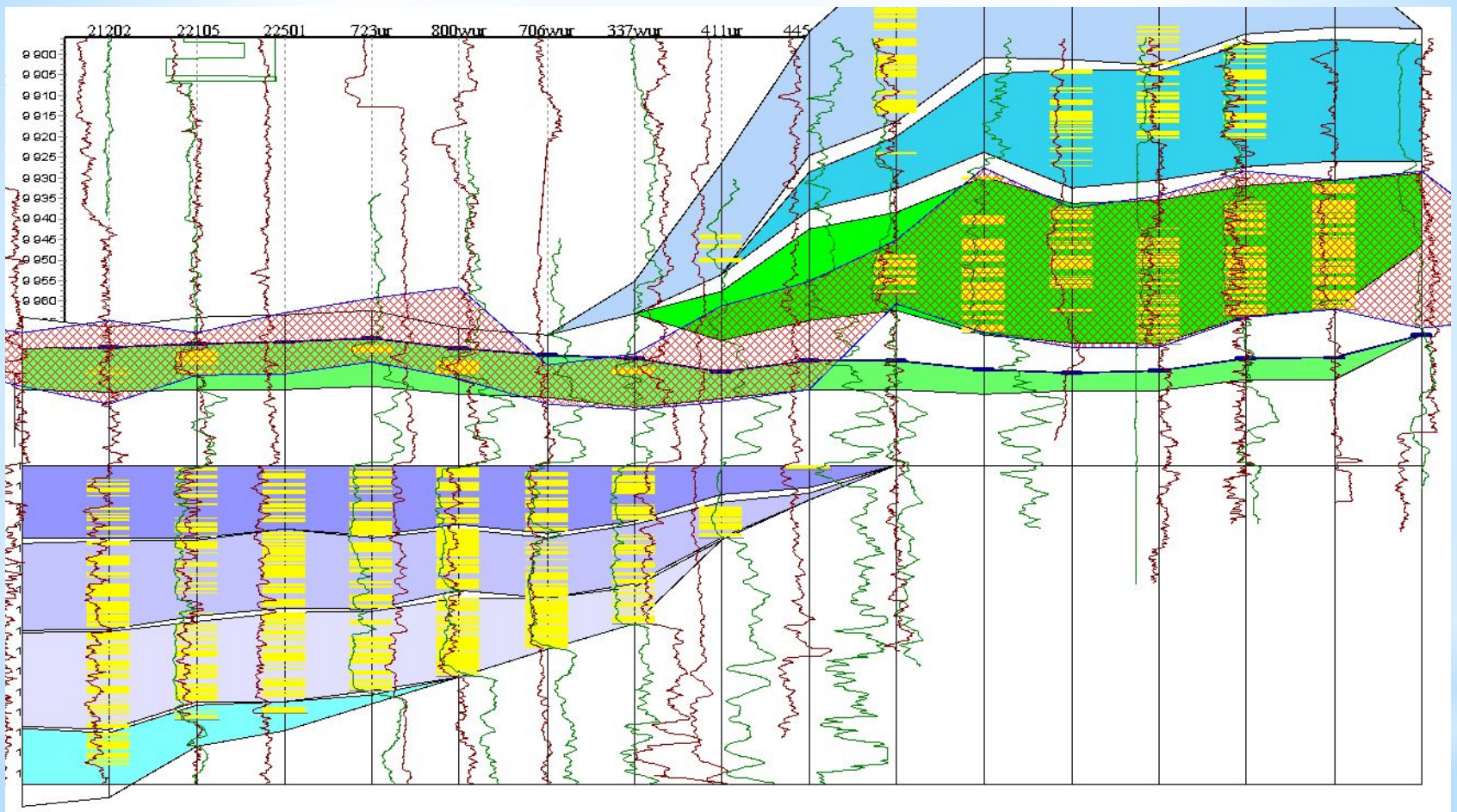







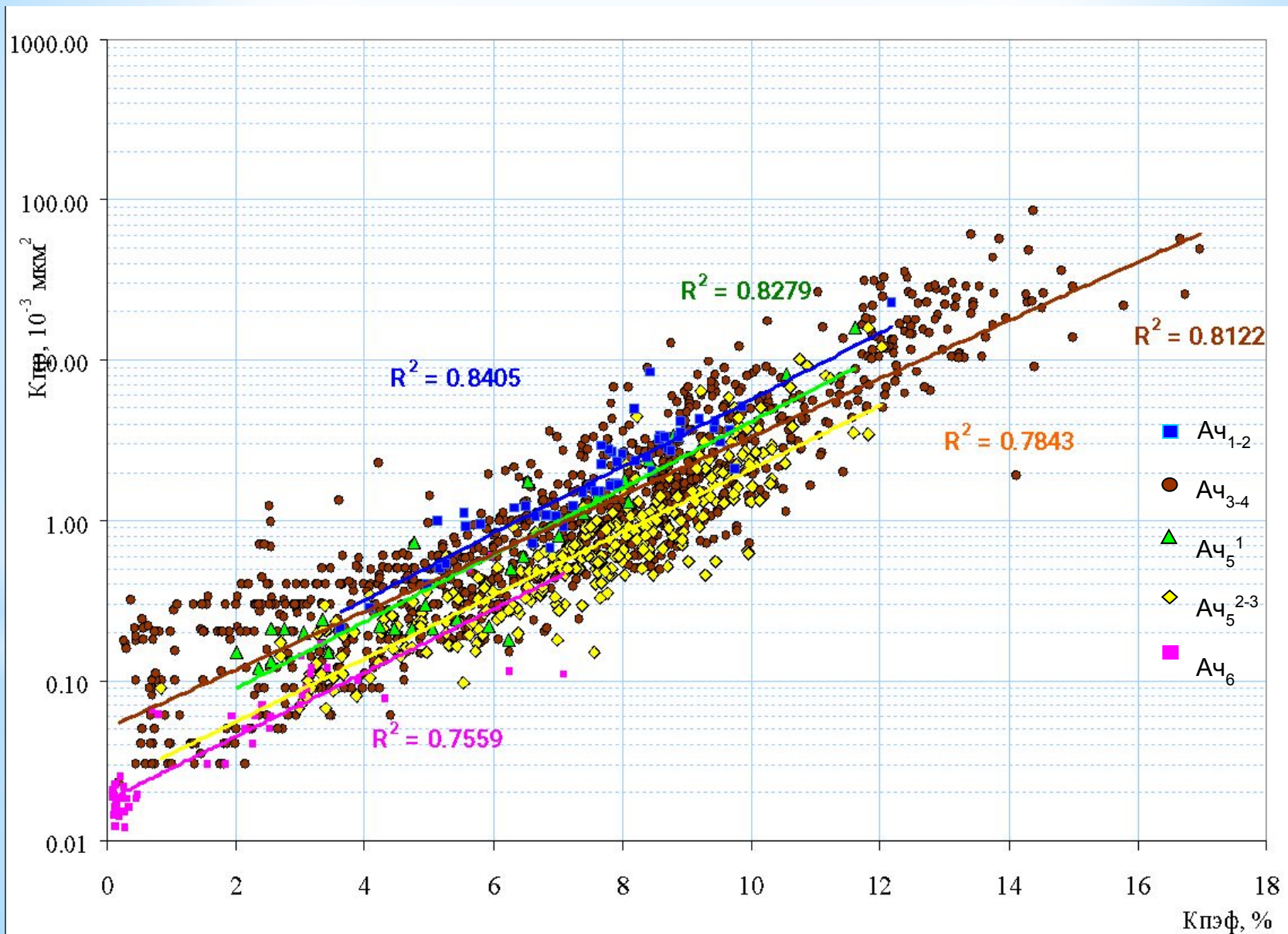
Схема корреляции пластов Ач3, Ач4 и Ач5 на стыке Восточно-Уренгойской и Ново-Уренгойской площадей



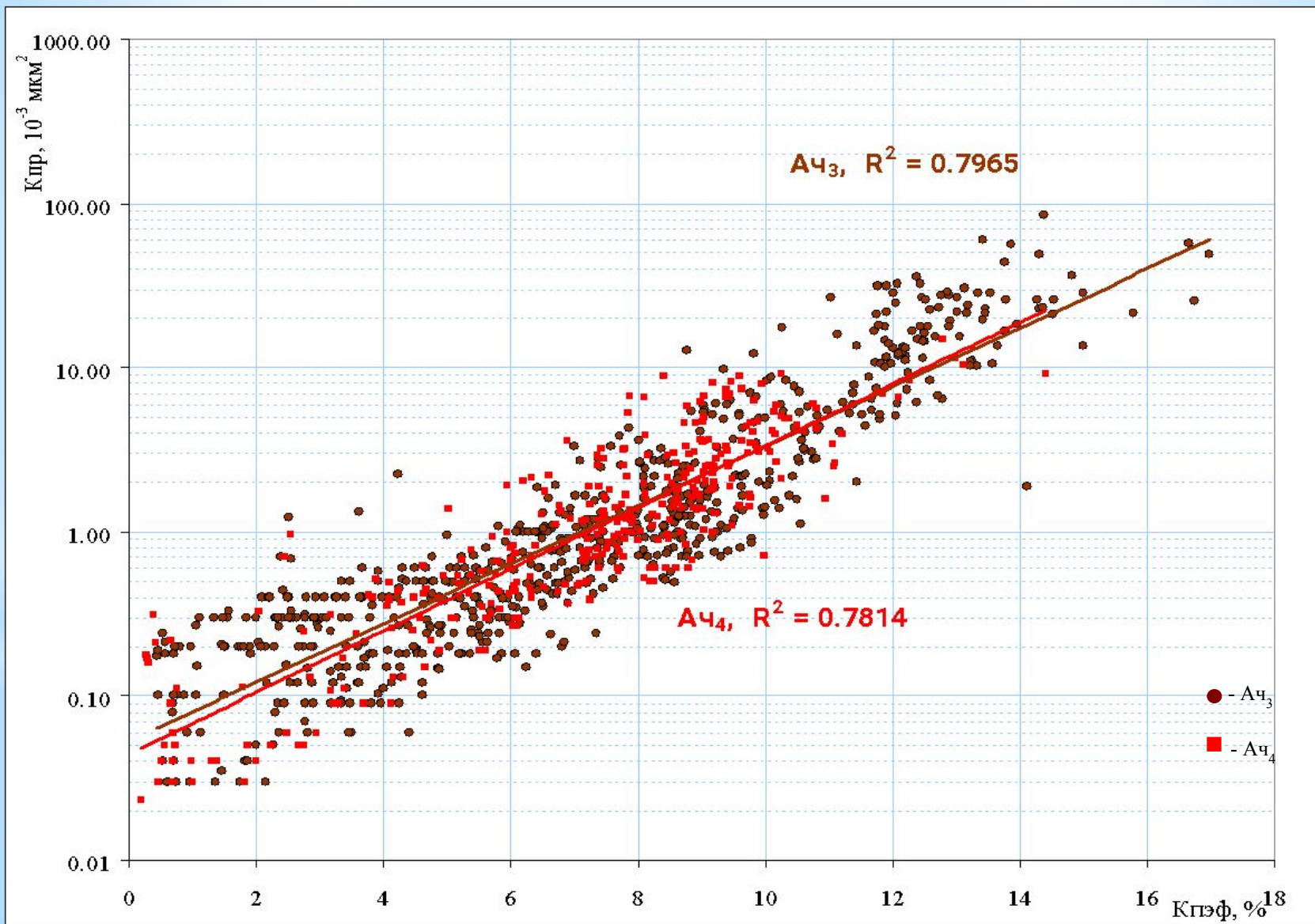
 - вариант корреляции СибНАЦ

-  - кривые ГК
-  - кривые ИК
-  - проницаемые газонасыщенные по ГИС пропластки
-  - проницаемые нефтенасыщенные по ГИС пропластки
-  - проницаемые водонасыщенные по ГИС пропластки

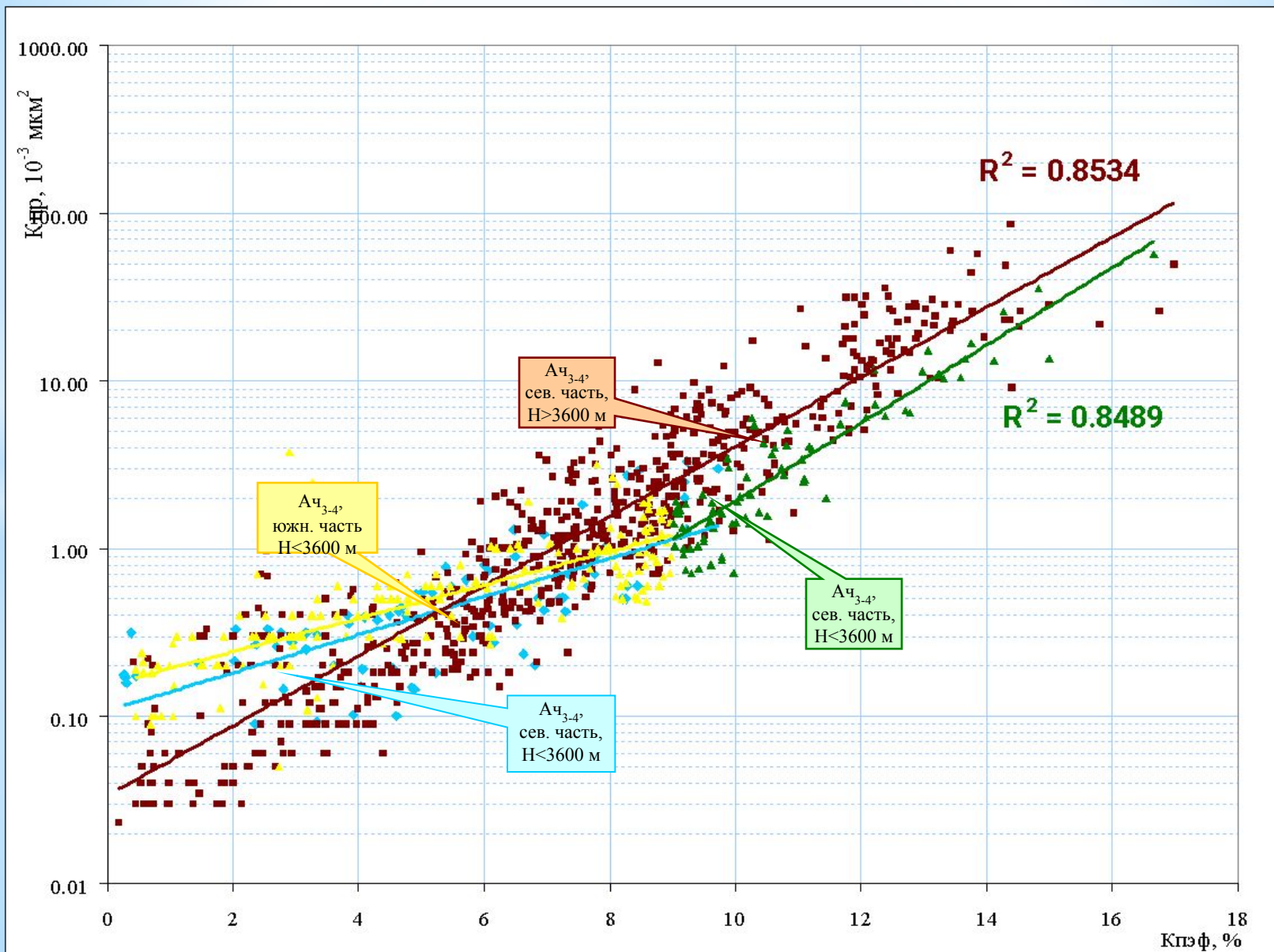
Зависимость проницаемости от эффективной пористости по данным керн ачимовских отложений



Зависимость проницаемости от эффективной пористости для пластов Ач3 и Ач4



Зависимость проницаемости от эффективной пористости для разной глубины залегания горизонта Ач3-4



Итоговые зависимости проницаемости от эффективной пористости

– для пласта $Aч_{1-2}$ $K_{пр}=0,0463 * \exp (0,4801 * K_{пэф}),$

– для пластов $Aч_5^{2-3}$ $K_{пр}=0,0221 * \exp (0,4543 * K_{пэф}),$

– пласты $Aч_{3-4}$ в точках ниже а.о. минус 3600 м:

$$K_{пр}=0,0335 * \exp (0,4791 * K_{пэф}),$$

– те же пласты, в точках выше а.о. минус 3600 м и имеющие $K_{пэф} < 9 \%$:

$$K_{пр}=0,1342 * \exp (0,2413 * K_{пэф}),$$

– те же пласты, в точках выше а.о. минус 3600 м и имеющие $K_{пэф} > 9 \%$:

$$K_{пр}=0,0091 * \exp (0,5344 * K_{пэф}),$$

Объемные характеристики структурного каркаса

| Детальная модель | | | | | | | | | | | | Осредненная модель | | | |
|------------------------------------|--|---------------------|-----|----|------------------|-----|------------------|-------|------------------|----------|-----------------------------|--------------------|------------------|----------|---------|
| Пласт | Способ разделения пласта на слои | Количество ячеек | | | Размеры ячеек | | Общая толщина | | Количество ячеек | | Средняя толщина ячеек | Кол-во ячеек | Количество ячеек | | |
| | | X | Y | Z | dX | dY | от | до | всего | активных | | | Z | всего | актив-х |
| Ач ₃ ¹ | конформный | 350 | 880 | 40 | 200 | 200 | 0.00 | 49.40 | 12320000 | 1802521 | 0.43 | 10 | 3080000 | 454312 | |
| Ач ₃ ² | конформный | 350 | 880 | 32 | 200 | 200 | 0.00 | 33.50 | 9856000 | 895115 | 0.32 | 6 | 1848000 | 169202 | |
| Ач ₃ ³ | конформный | 350 | 880 | 40 | 200 | 200 | 0.00 | 64.60 | 12320000 | 3281111 | 0.51 | 13 | 4004000 | 1068277 | |
| Всего по Ач ₃ | | | | | | 112 | | | | 34496000 | 5978747 | | 29 | 8932000 | 1691791 |
| Ач ₄ ¹ | конформный | 350 | 880 | 32 | 200 | 200 | 0.00 | 40.70 | 9856000 | 797249 | 0.45 | 8 | 2464000 | 202329 | |
| Ач ₄ ² | конформный | 350 | 880 | 26 | 200 | 200 | 0.00 | 26.10 | 8008000 | 2721480 | 0.35 | 5 | 1540000 | 524277 | |
| Ач ₄ ³ | конформный | 350 | 880 | 20 | 200 | 200 | 0.00 | 18.90 | 6160000 | 469256 | 0.33 | 4 | 1232000 | 95039 | |
| Ач ₃₋₄ ¹ | конформный | 350 | 880 | 15 | 200 | 200 | 0.00 | 14.40 | 4620000 | 52353 | 0.28 | 3 | 924000 | 10496 | |
| Ач ₃₋₄ ² | конформный | 350 | 880 | 30 | 200 | 200 | 0.00 | 61.20 | 9240000 | 247857 | 0.30 | 6 | 1848000 | 49600 | |
| Всего по Ач ₄ | | | | | | 123 | | | | 37884000 | 4288195 | | 26 | 8008000 | 881741 |
| Всего по объекту Ач ₃₋₄ | | | | | | 235 | | | | 72380000 | 10266942 | | 55 | 16940000 | 2573532 |
| Ач ₅ ¹ | конформный | 350 | 880 | 50 | 200 | 200 | 0.00 | 70.20 | 15400000 | 2988671 | 0.45 | 10 | 3080000 | 600050 | |
| Ач ₅ ²⁻³⁽¹⁾ | конформный | 350 | 880 | 30 | 200 | 200 | 0.00 | 30.50 | 9240000 | 3901041 | 0.36 | 6 | 1848000 | 782014 | |
| Ач ₅ ²⁻³⁽²⁾ | конформный | 350 | 880 | 30 | 200 | 200 | 0.00 | 27.10 | 9240000 | 2914069 | 0.33 | 6 | 1848000 | 583522 | |
| Ач ₅ ²⁻³⁽³⁾ | конформный | 350 | 880 | 25 | 200 | 200 | 0.00 | 26.00 | 7700000 | 908823 | 0.42 | 5 | 1540000 | 183536 | |
| Ач ₅ ²⁻³⁽⁴⁾ | конформный | 350 | 880 | 30 | 200 | 200 | 0.00 | 31.90 | 9240000 | 392099 | 0.32 | 6 | 1848000 | 79373 | |
| Всего по объекту Ач ₅ | | | | | | 165 | | | | 50820000 | 11104703 | | 37 | 10164000 | 2228495 |

Сопоставление отметок пластопересечений и структурных поверхностей по пластам Ач3 и Ач4

Кровля Ач₃¹

Структурная поверхность

Отметка пластопересечения

Подошва Ач₃³

Структурная поверхность

Отметка пластопересечения

Кровля Ач₄¹

Структурная поверхность

Отметка пластопересечения

Подошва Ач₄³

Структурная поверхность

Отметка пластопересечения

Структурная поверхность

Кровля Ач₅¹

Сопоставление отметок пластопересечений и структурных поверхностей по пластам Ач5-1 и Ач5(2-3)

Подошва Ач₅¹

Структурная поверхность

Отметка пластопересечения

Отметка пластопересечения

Кровля Ач₅²⁻³⁽¹⁾

Структурная поверхность

Подошва Ач₅²⁻³⁽⁴⁾

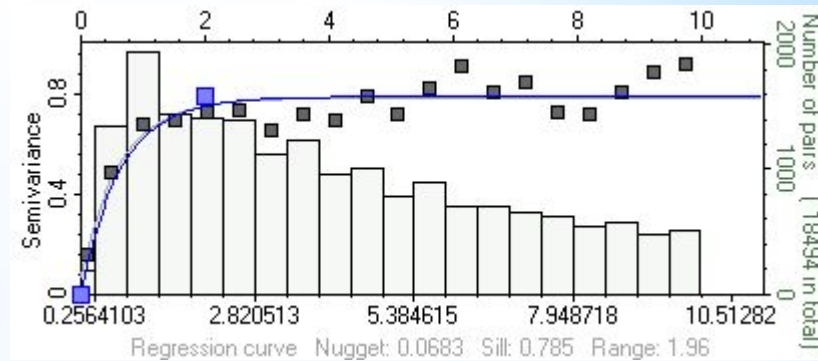
Структурная поверхность

Отметка пластопересечения

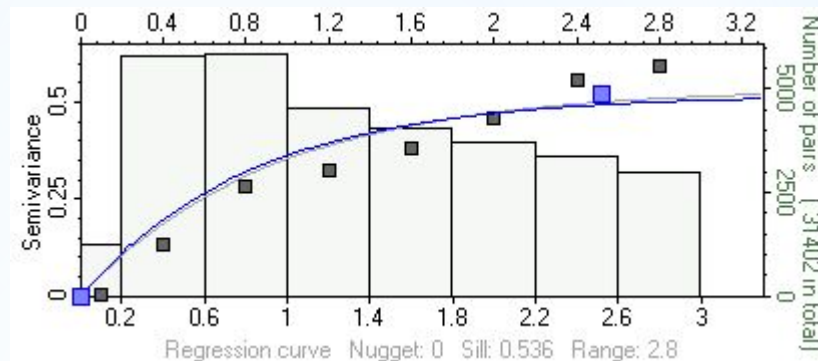
Отметка пластопересечения

Вариограммы литологии пластов Ач3-2, Ач4-2 и Ач5(2-3)-1

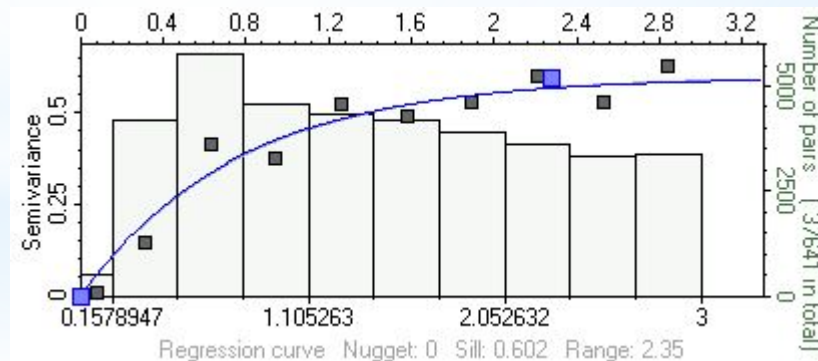
— - модельная вариограмма
■ - эмпирические значения



Пласт Ач3-2



Пласт Ач4-2



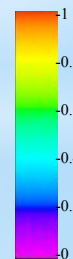
Пласт Ач5(2-3)1

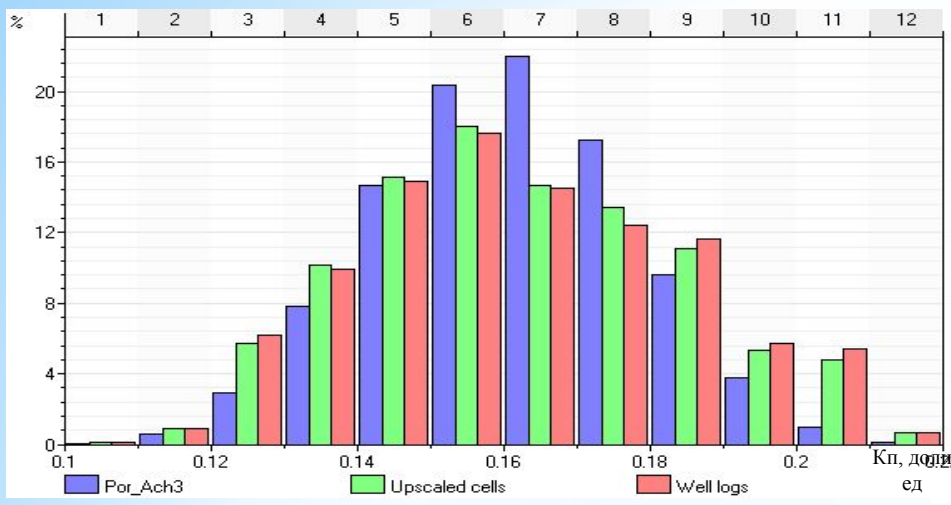
Значение рангов по моделям кубов литологии

| Пласт | Ранг, м | | |
|-----------------|----------------|----------------|--------------|
| | горизонтальный | | вертикальный |
| | главный | второстепенный | |
| $Aч_3^1$ | 3600 | 3600 | 1,6 |
| $Aч_3^2$ | 4500 | 4500 | 2,0 |
| $Aч_3^3$ | 5500 | 5500 | 4,1 |
| $Aч_4^1$ | 5000 | 5000 | 1,8 |
| $Aч_4^2$ | 6000 | 6000 | 2,5 |
| $Aч_4^3$ | 5500 | 5500 | 2,9 |
| $Aч_{3-4}^1$ | 1500 | 1500 | 2,1 |
| $Aч_{3-4}^2$ | 1500 | 1500 | 2,1 |
| $Aч_5^1$ | 4800 | 4800 | 2,4 |
| $Aч_5^{2-3(1)}$ | 3500 | 3500 | 2,3 |
| $Aч_5^{2-3(2)}$ | 4000 | 4000 | 1,5 |
| $Aч_5^{2-3(3)}$ | 4700 | 4700 | 2,8 |
| $Aч_5^{2-3(4)}$ | 3600 | 3600 | 2,2 |

Пример переноса скважинных литологических данных на ячейки 3D сетки и результаты вертикального осреднения модели

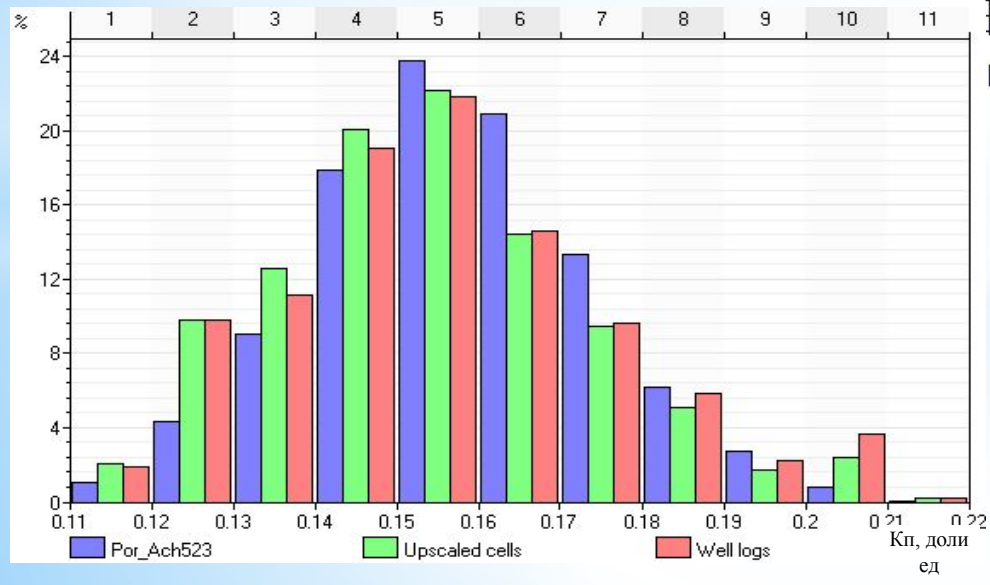
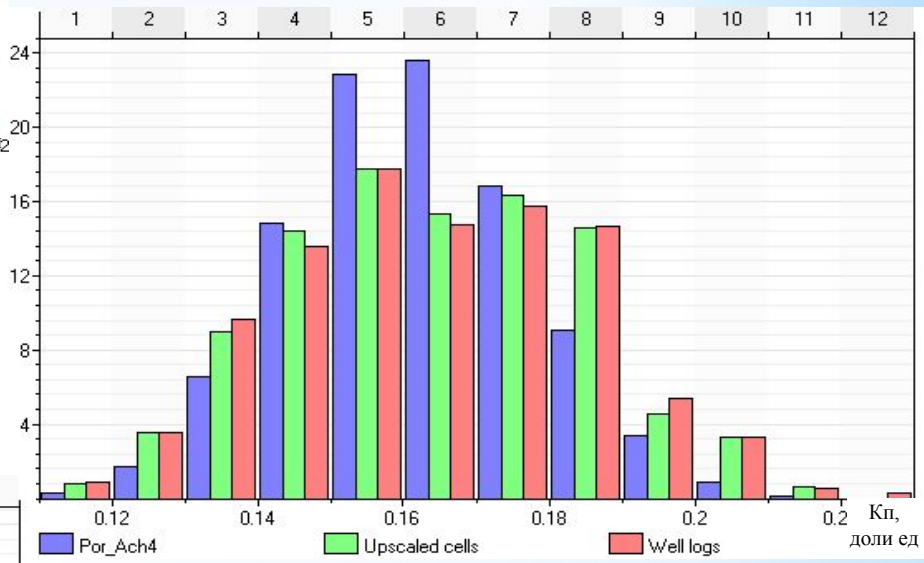
Кпес, доли ед



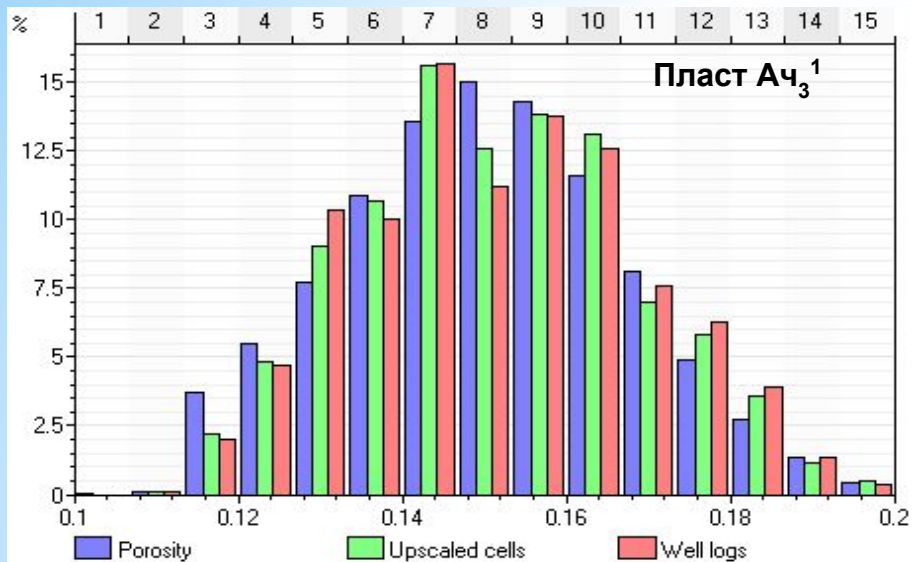


Гистограмма распределения пористости пласта Ач₃ по скважинным данным (Well logs), осредненным на ячейки 3D (Upscaled cells) и модельным (Por_Ach3)

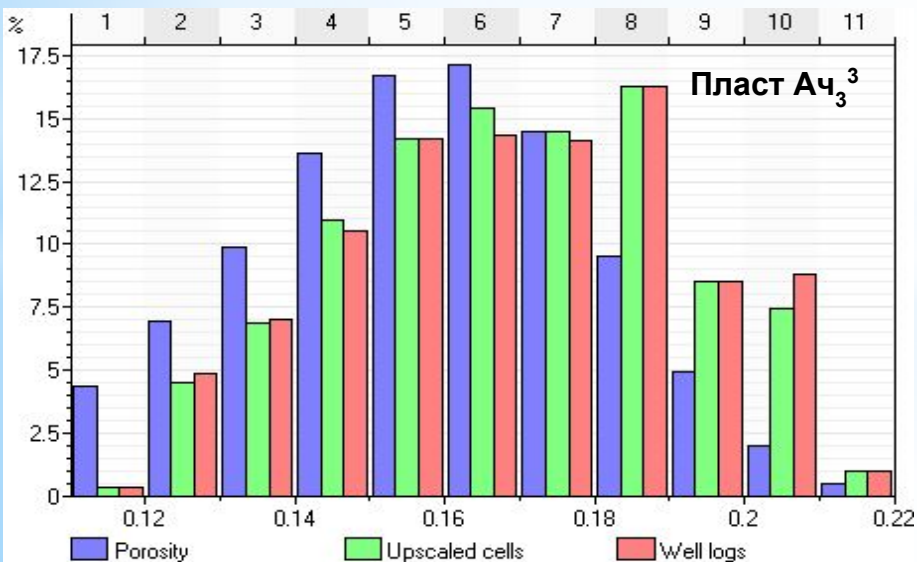
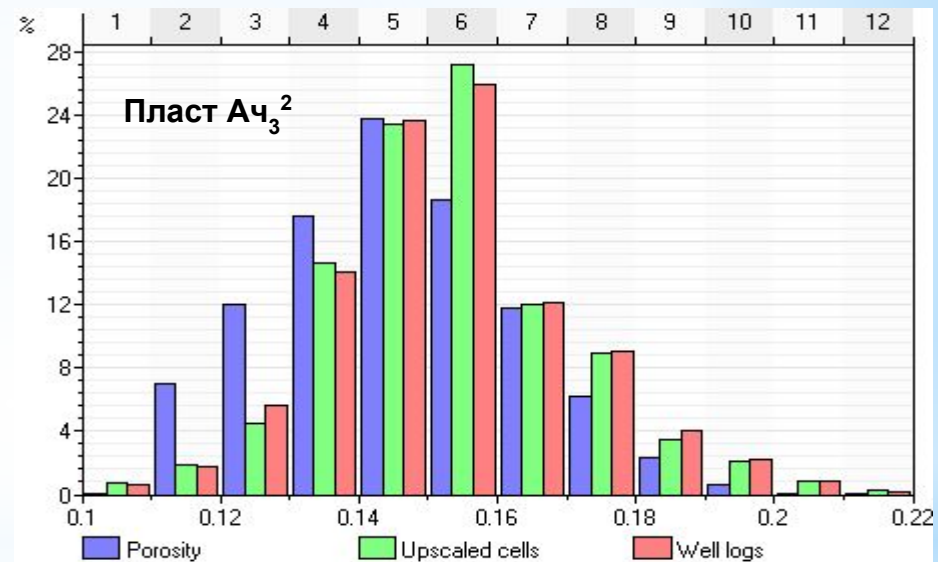
Гистограмма пористости пласта Ач₄





Гистограмма пористости пласта Ач₅²⁻³




Гистограммы пористости отдельных пластов-линз

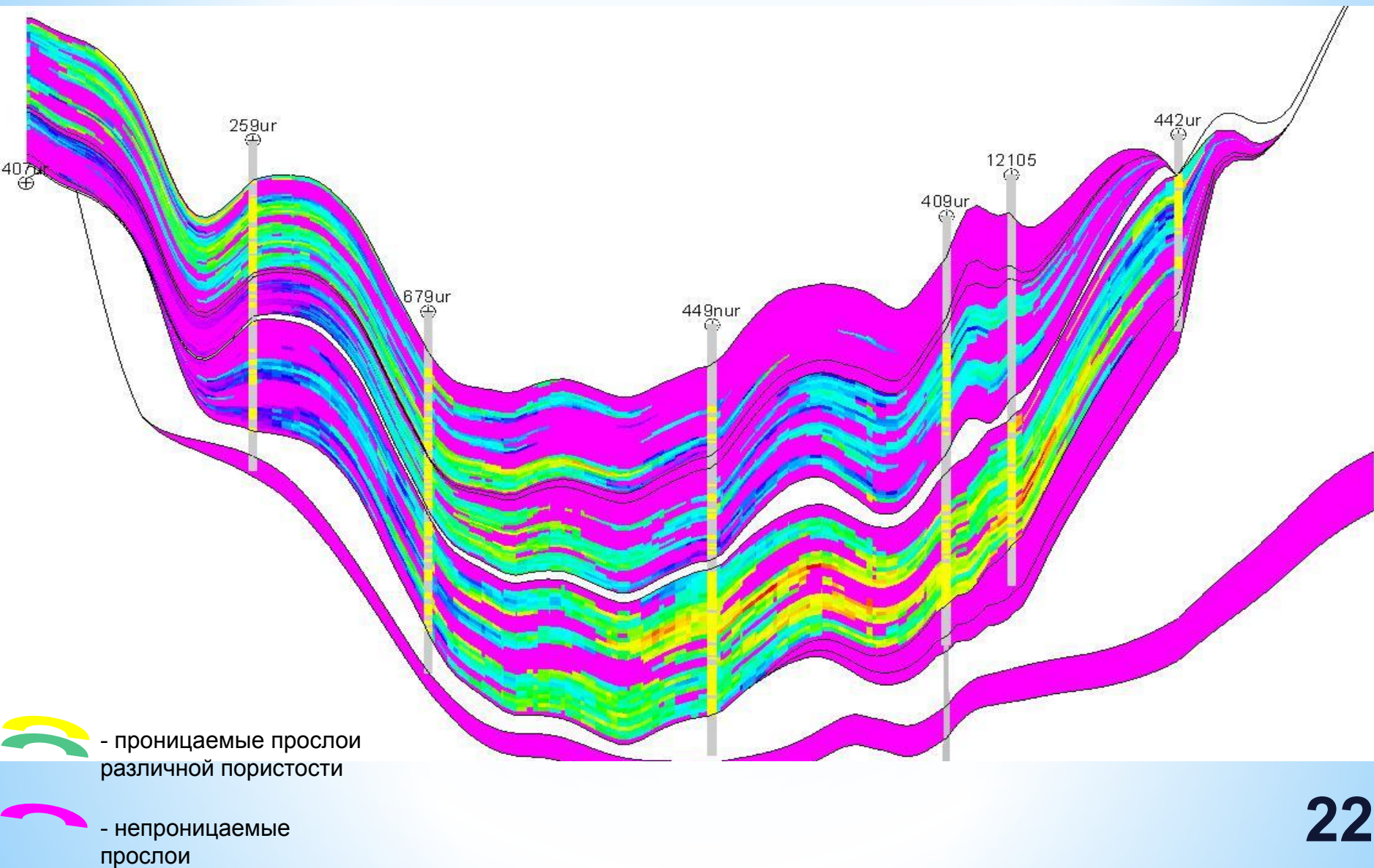


Разрез куба литологии ачимовских пластов Ново-Уренгойской площади по линии скважин 407ur – 442 nur



 - водонасыщенные проницаемые прослойки
 - газонасыщенные проницаемые прослойки





 - литологическая колонка скважины

Разрез куба пористости ачимовских пластов Ново-Уренгойской площади по линии скважин 407ur – 442 nur

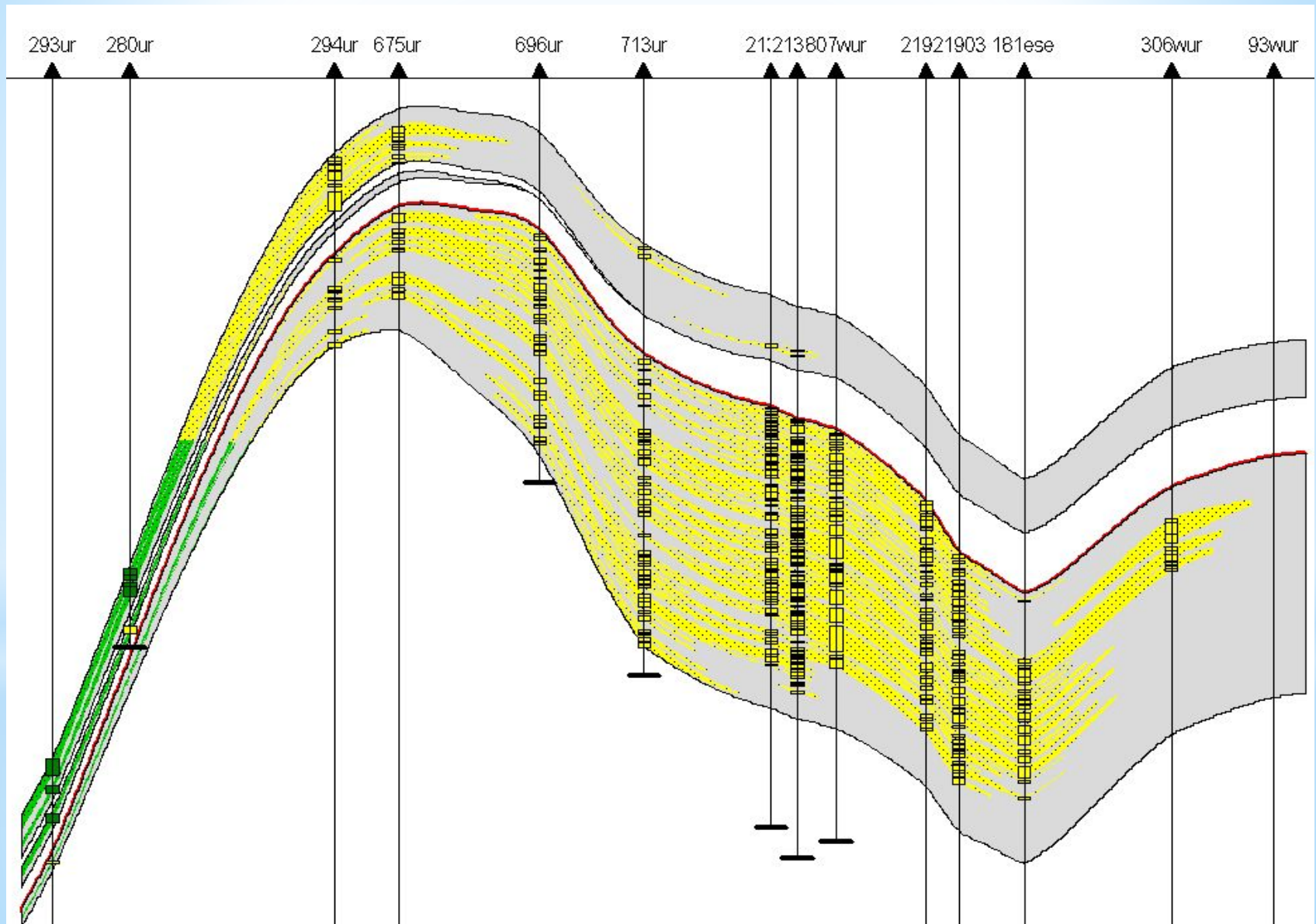


Широтный разрез куба литологии через Уренгойскую и Восточно-Уренгойскую площади по линии скважин 293ur – 306wur

 - водонасыщенные проницаемые прослои
 - газонасыщенные проницаемые прослои

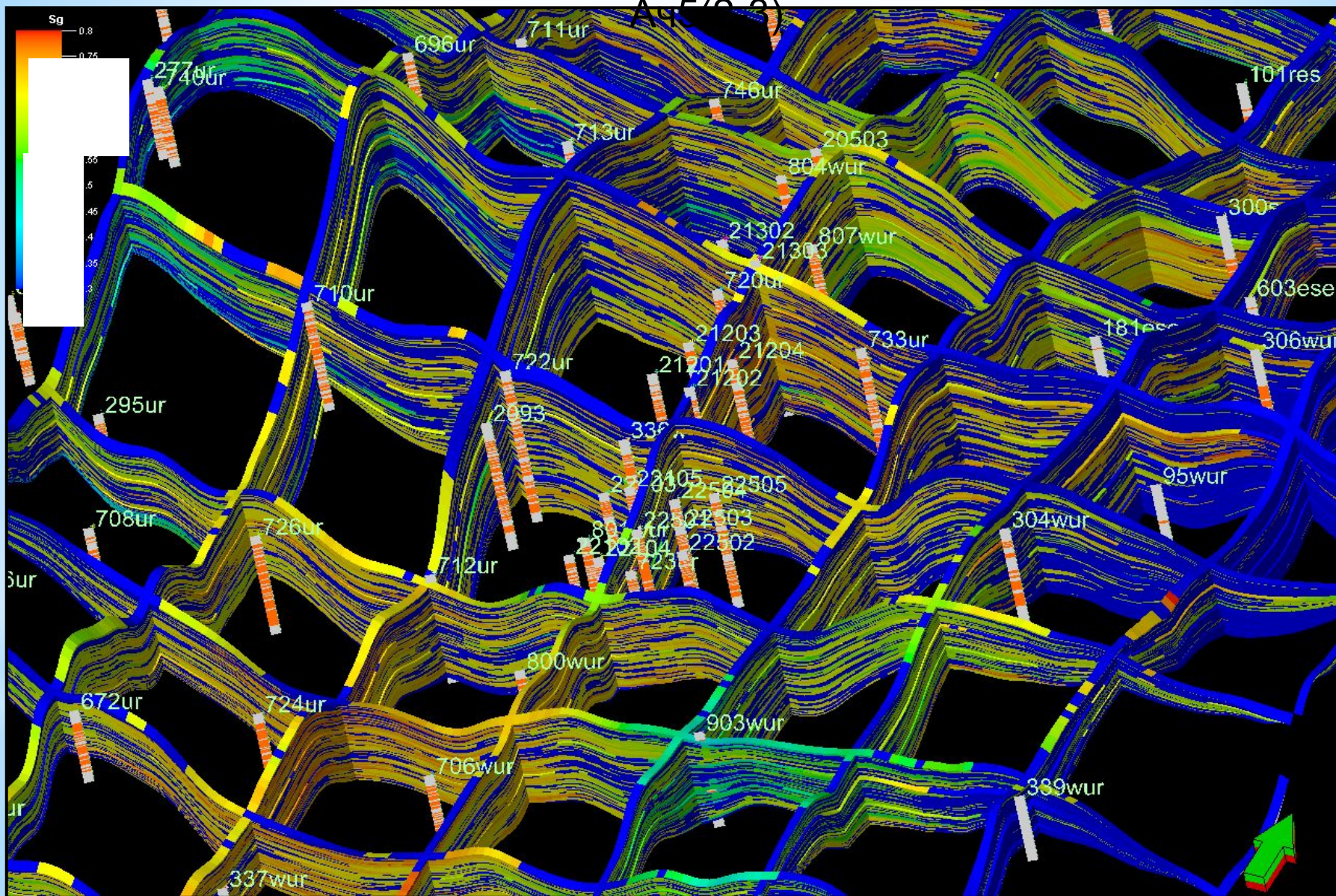


 - литологическая колонка скважины
 - нефтенасыщенные проницаемые прослои

Широтный разрез куба литологии через Уренгойскую и Восточно-Уренгойскую площади по линии скважин 293ur – 306wur



Ортогональная нарезка куба насыщения пласта

АЧ5(0-3)



Карты эффективных толщин пласта Ач5-1

а)

б)

в)

г)

Нэфг, ТНГГ

М

Нэфн, ТНГГ

М

Нэф, ТНГГ,
3D

М

Нэф, СибНАЦ,
2D

а)

Карты эффективных
толщин пласта

Ач5(2-3):

а) ТНГГ, модель 3D;

б) СибНАЦ, модель 2D

б)



- линия выклинивания
пласта



а)

б)

Карты эффективных
толщин пласта Ач4:
а) ТНГГ, модель 3D;
б) СибНАЦ, модель 2D



- линия выклинивания
пласта

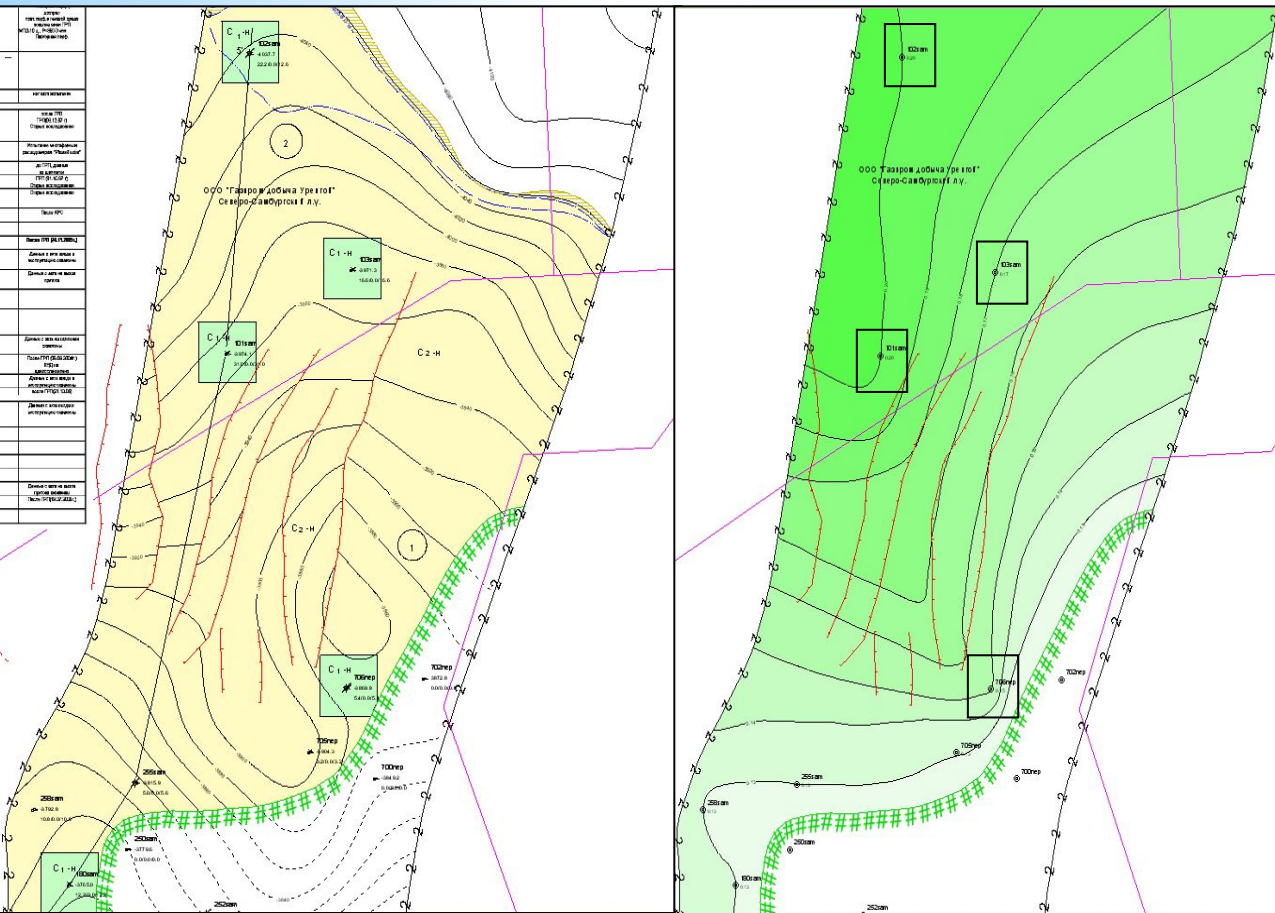
м

а)

б)

Карты эффективных
толщин пласта АчЗ:
а) ТНГГ, модель 3D;
б) СибНАЦ, модель 2D

Распределение коэффициента пористости по северной залежи пласта Ач52



а) Фрагмент подсчетного плана

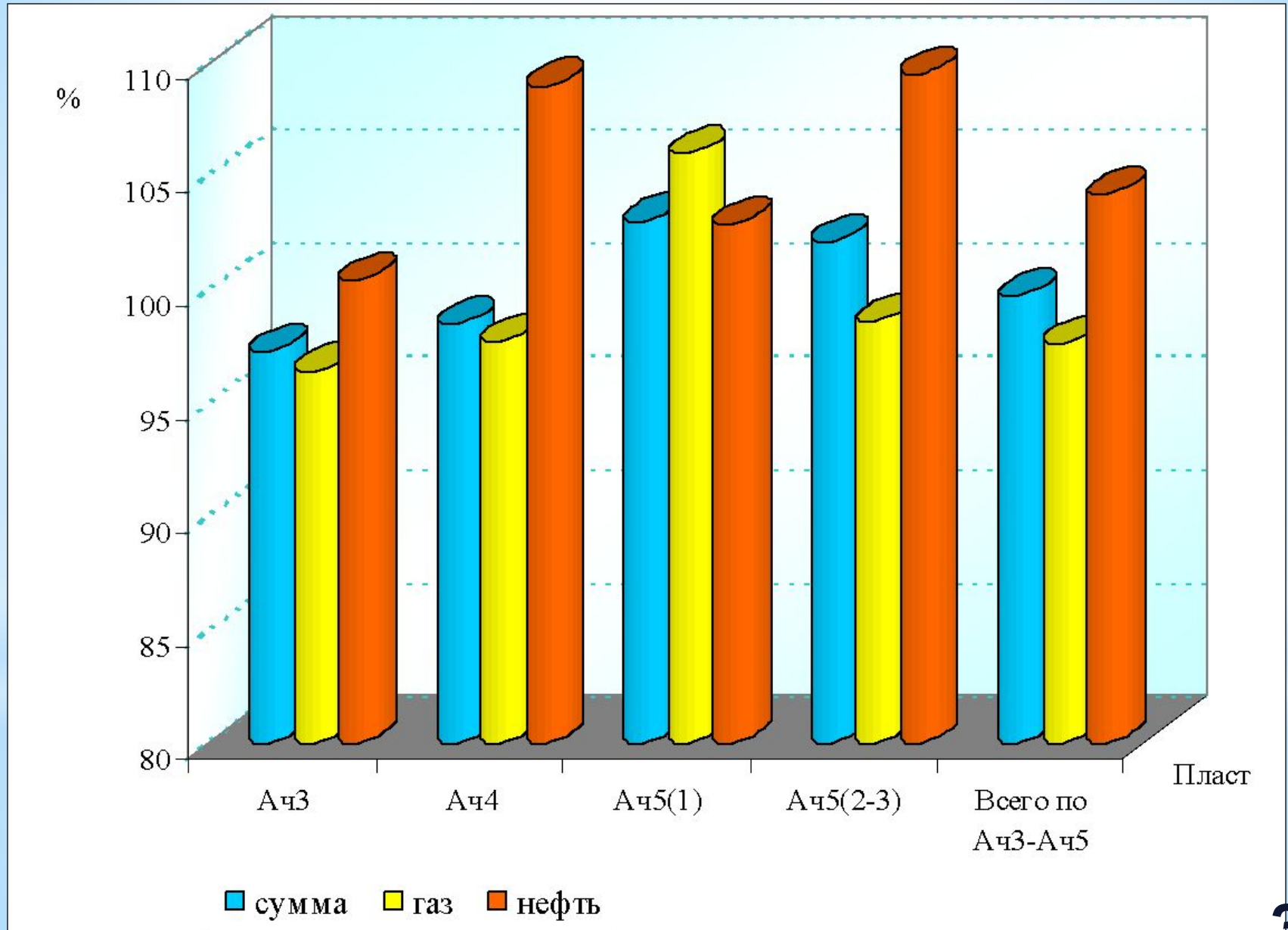
б) Карта коэффициента пористости (двумерная сетка)

в) Карта коэффициента пористости (модель 3Д)

Сопоставление поровых объемов по геологической модели ачимовских отложений

| Пласт | Объем | Модель 2Д | | Модель 3Д | | | Доля объемов газ-нефть в поровом объеме пласта, % | |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------|---|-----------|
| | | Поровый объем, тыс.м ³ | Кп, д.ед. | Поровый объем, тыс.м ³ | Отношение порового объема 3Д / 2Д, % | Кп, д.ед. | Модель 2Д | Модель 3Д |
| | | | | | | | | |
| Ач ₅ ²⁻³ | Газонас. Нефтенас | 4745753 | 0.157 | 4675253 | 98.5 | 0.155 | 67.9 | 65.5 |
| | | 2246484 | 0.140 | 2458028 | 109.4 | 0.163 | 32.1 | 34.5 |
| | Итого | 6992237 | 0.151 | 7133281 | 102.0 | 0.157 | 100 | 100 |
| Ач ₅ ¹ | Газонас. Нефтенас | 129488 | 0.140 | 137118 | 105.9 | 0.145 | 5.8 | 5.9 |
| | | 2110361 | 0.161 | 2169355 | 102.8 | 0.162 | 94.2 | 94.1 |
| | Итого | 2239848 | 0.160 | 2306473 | 103.0 | 0.161 | 100 | 100 |
| Ач ₄ | Газонас. Нефтенас | 2803294 | 0.167 | 2737005 | 97.6 | 0.165 | 93.2 | 92.5 |
| | | 203304 | 0.147 | 221333 | 108.9 | 0.153 | 6.8 | 7.5 |
| | Итого | 3006598 | 0.165 | 2958337 | 98.4 | 0.164 | 100 | 100 |
| Ач ₃ | Газонас. Нефтенас | 4462396 | 0.170 | 4300275 | 96.4 | 0.166 | 78.5 | 77.9 |
| | | 1218584 | 0.152 | 1222512 | 100.3 | 0.161 | 21.5 | 22.1 |
| | Итого | 5680980 | 0.166 | 5522787 | 97.2 | 0.165 | 100 | 100 |
| Всего | Газонас. Нефтенас | 12140930 | | 11849651 | 97.6 | | 67.8 | 66.1 |
| | | 5778733 | | 6071227 | 105.1 | | 32.2 | 33.9 |
| | Итого | 17919663 | | 17920878 | 100.0 | | 100 | 100 |

Отношение поровых объемов модели 3D к модели 2D



Спасибо за внимание!