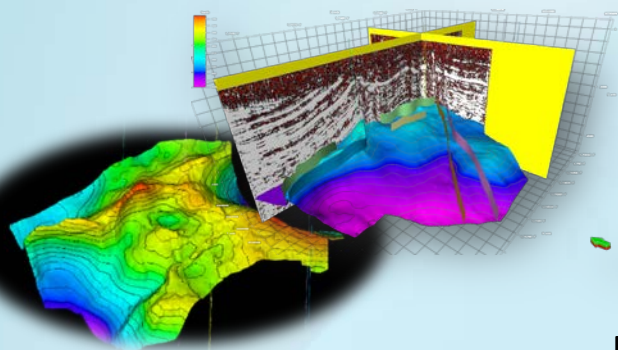


IV Балтийская школа-семинар
Петрофизическое моделирование осадочных пород
«BalticPetroModel 2015»

ВЫБОР МЕТОДИКИ ИНВЕРСИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

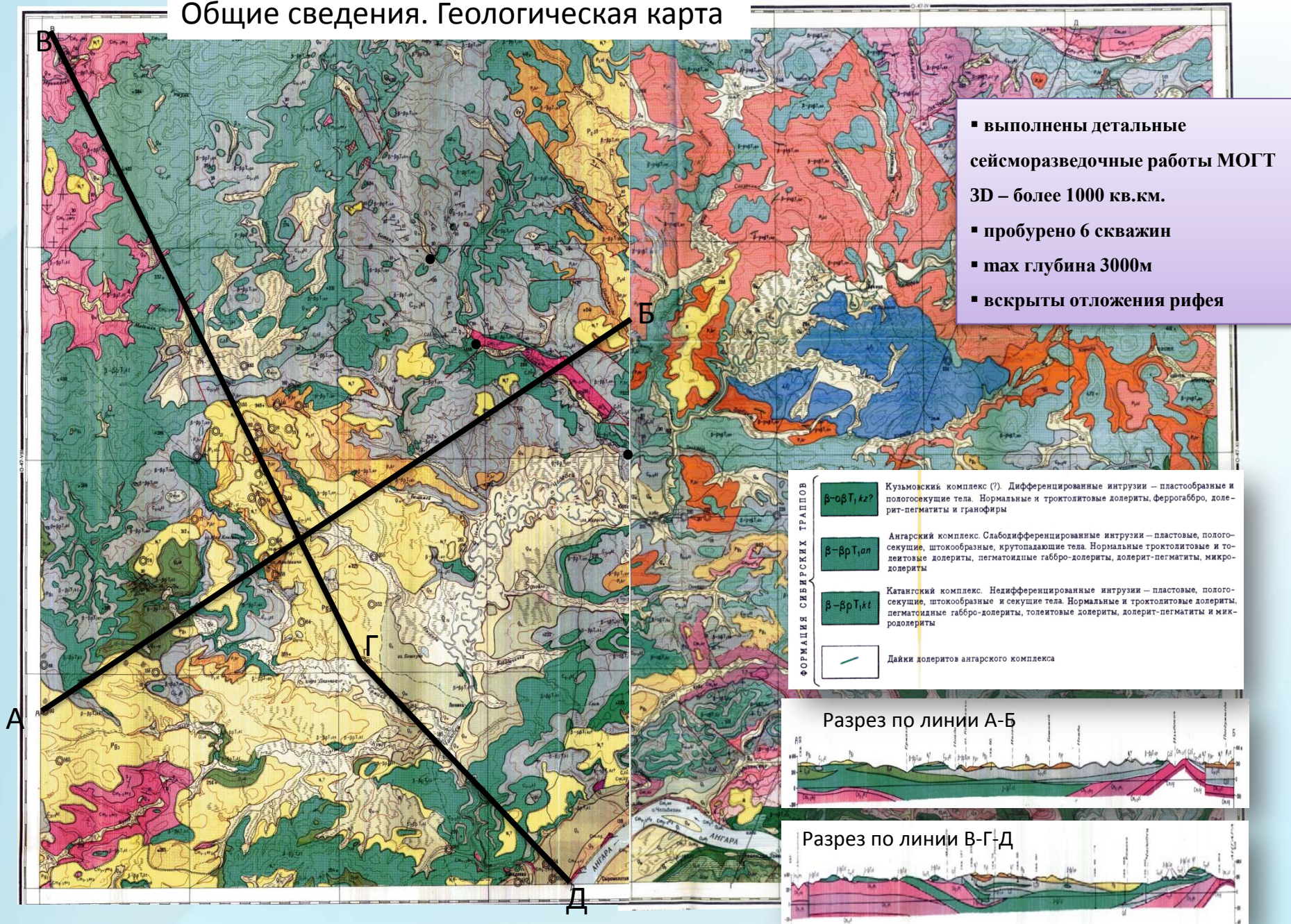
Докладчик О.В. Феокистова



ООО ИНГЕОСЕРВИС
*О.А. Смирнов, О.В. Феокистова,
А.Н. Зайцев, А.Б. Охрименко,
А.С. Недосекин*

Петергоф, 14-18 сентября 2015 года

Общие сведения. Геологическая карта



Тектоника

В тектоническом отношении находится на стыке двух тектонических элементов Байkitской антеклизы и Присаяно-Енисейской синеклизы, вблизи границы структуры I порядка - Ангарской зоны складок.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

НЕФТЕГАЗОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И АДМИНИСТРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Границы:

- нефтегазоносных провинций
- нефтегазоносных областей
- территорий различной перспективности
- субъектов Российской Федерации
- Нефтегазоносные области
- Субъекты Российской Федерации

Плотности перспективных и прогнозных извлекаемых ресурсов углеводородов (тыс.т/км²)

- | | | | |
|--|--------|--|-------------------|
| | 100-50 | | 10-5 |
| | 50-30 | | < 5 |
| | 30-20 | | малоперспективные |
| | 20-10 | | бесперспективные |

МЕСТОРОЖДЕНИЯ:

- | | |
|------------------------|------------------|
| 27. Куомбинское | 58. Яратинское |
| 28. Оморинское | 59. Аянское |
| 29. Юрубчено-Тохомское | 60. Марковское |
| 30. Агалеовское | 61. Братское |
| 31. Собинское | 62. Ковытинское |
| 32. Пайгинское | 63. Атовское |
| 49. Верхнечонское | 64. Камовское |
| 55. Даниловское | 65. Имбинское |
| 56. Дулисьминское | 66. Берямбинское |
| 57. Пилюдинское | 67. Чиканское |
| | 68. Абаканское |

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Контурь структур:

- надпорядковых (крупнейших)
- I порядка (крупных)
- II порядка (средних)
- Зоны шарьяжных перекрытий
- Основные разрывные нарушения
- Поля распространения битумов

граница Ильбюкинского ЛУ

Месторождения:

- нефтяные
- нефтегазовые и газонефтяные
- газовые и газоконденсатные

СУБЪЕКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ:

- 4. Красноярский край
- 5. Иркутская область

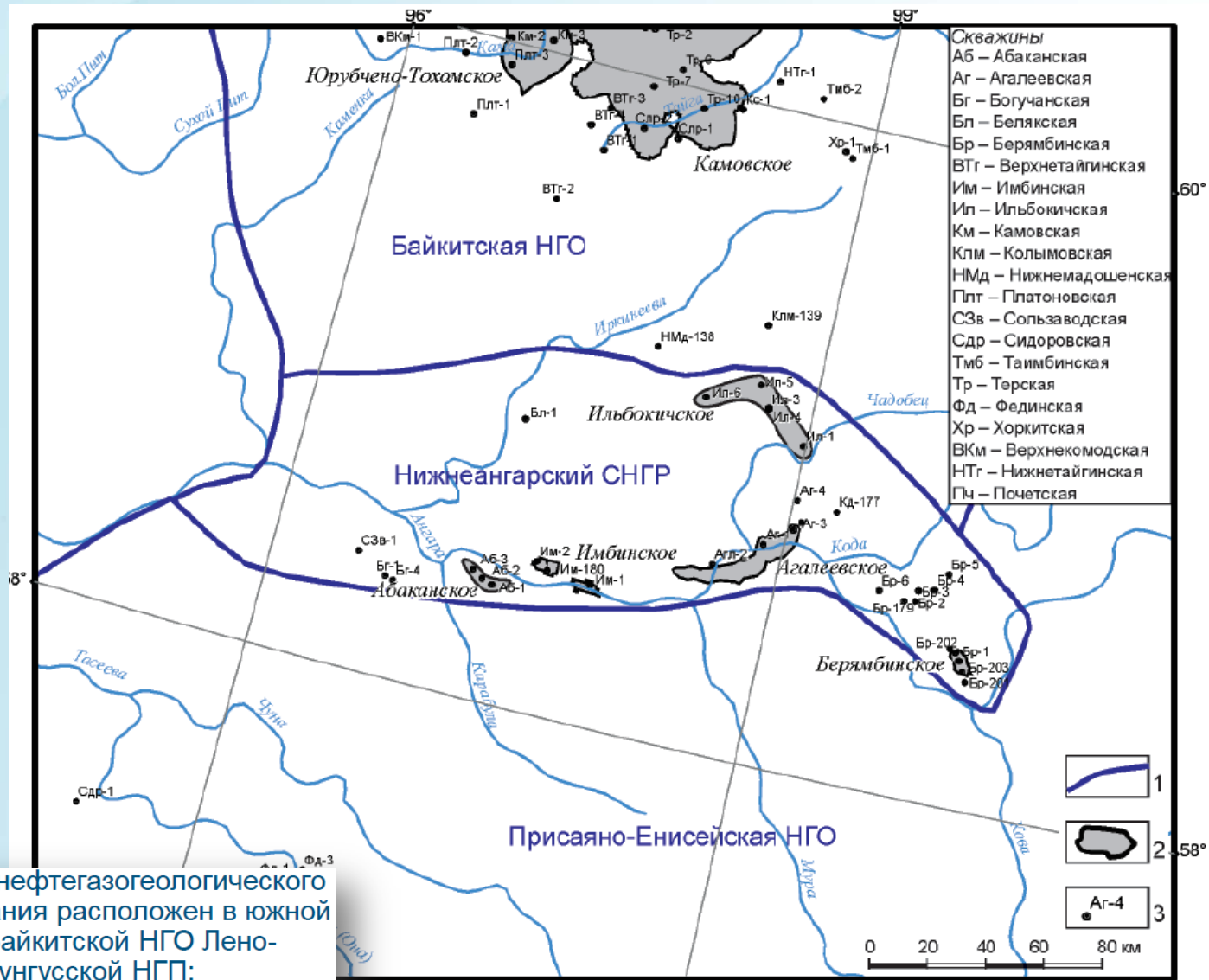
НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ОБЛАСТИ:

- 12. Байkitская НГО
- 13. Катангская НГО
- 14. Нелско-Ботубинская НГО
- 17. Присаяно-Енисейская НГО
- 18. Ангаро-Ленская НГО

Фрагмент из тектонической карты нефтегазоносных провинций (2010 г.)

- 118 – Среднеиркинеевская структура II порядка
- 119 – Яркинская котловина

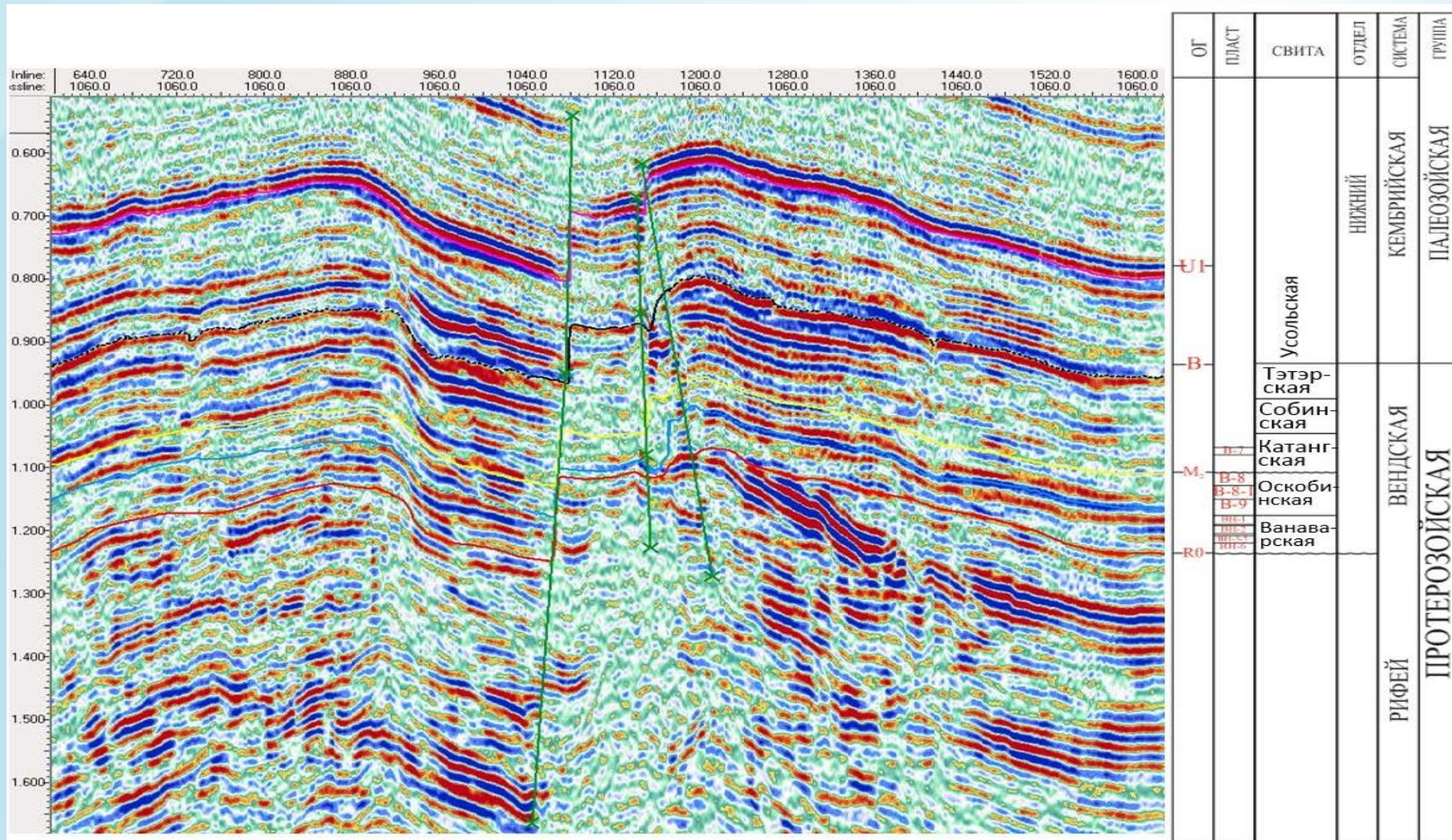
Нефтегазоносность



С позиции нефтегазогеологического районирования расположен в южной части Байкитской НГО Лено-Тунгусской НГП;

Продуктивными являются терригенные отложения оскобинской свиты венда (пласты Б-VIII, Б-VIII-1).

Стратификация разреза

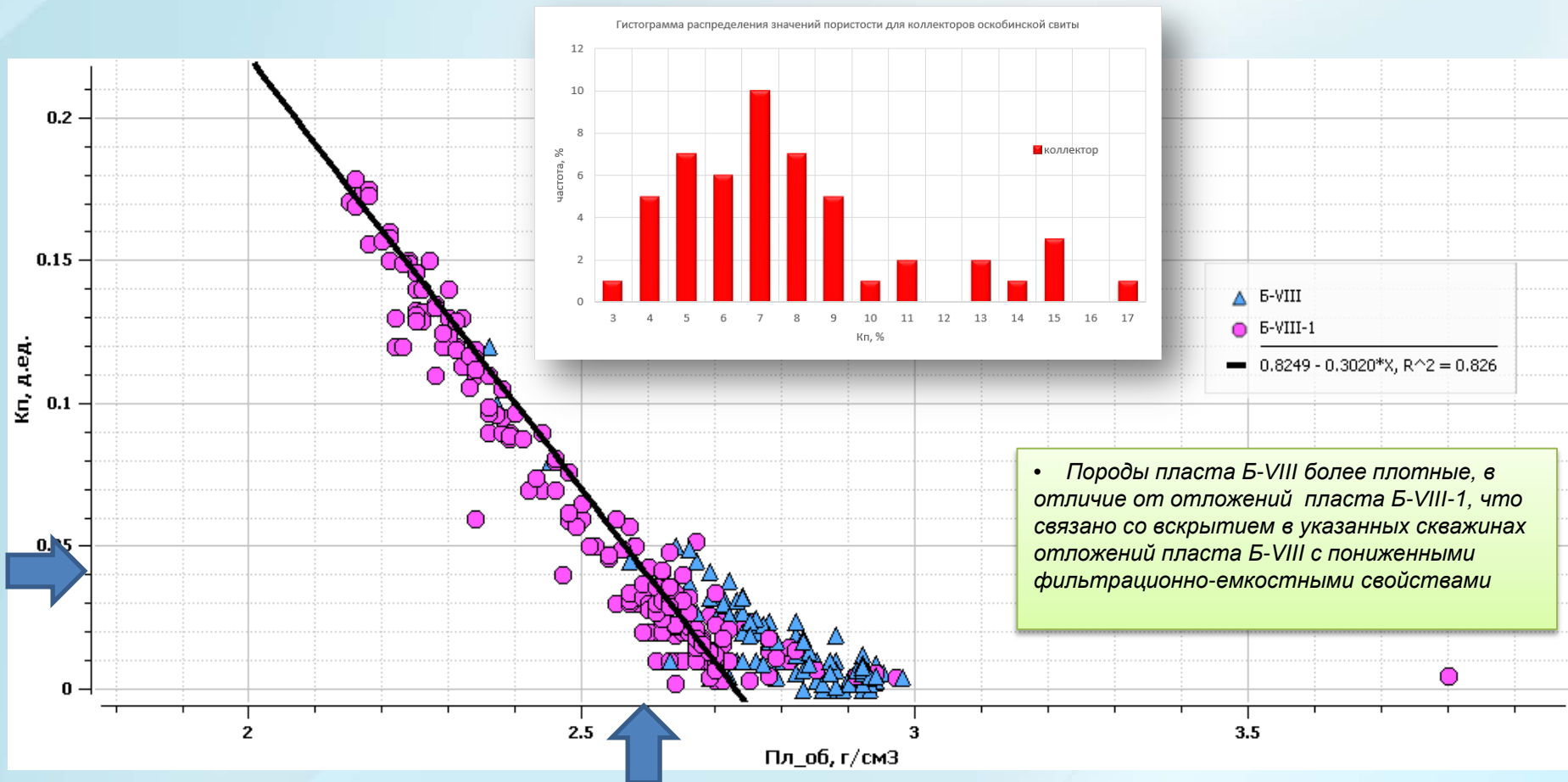


**Петрофизическая и каротажная характеристика коллекторов
продуктивного и интервала**

Оскобинская свита

Литолого-петрофизическая характеристика

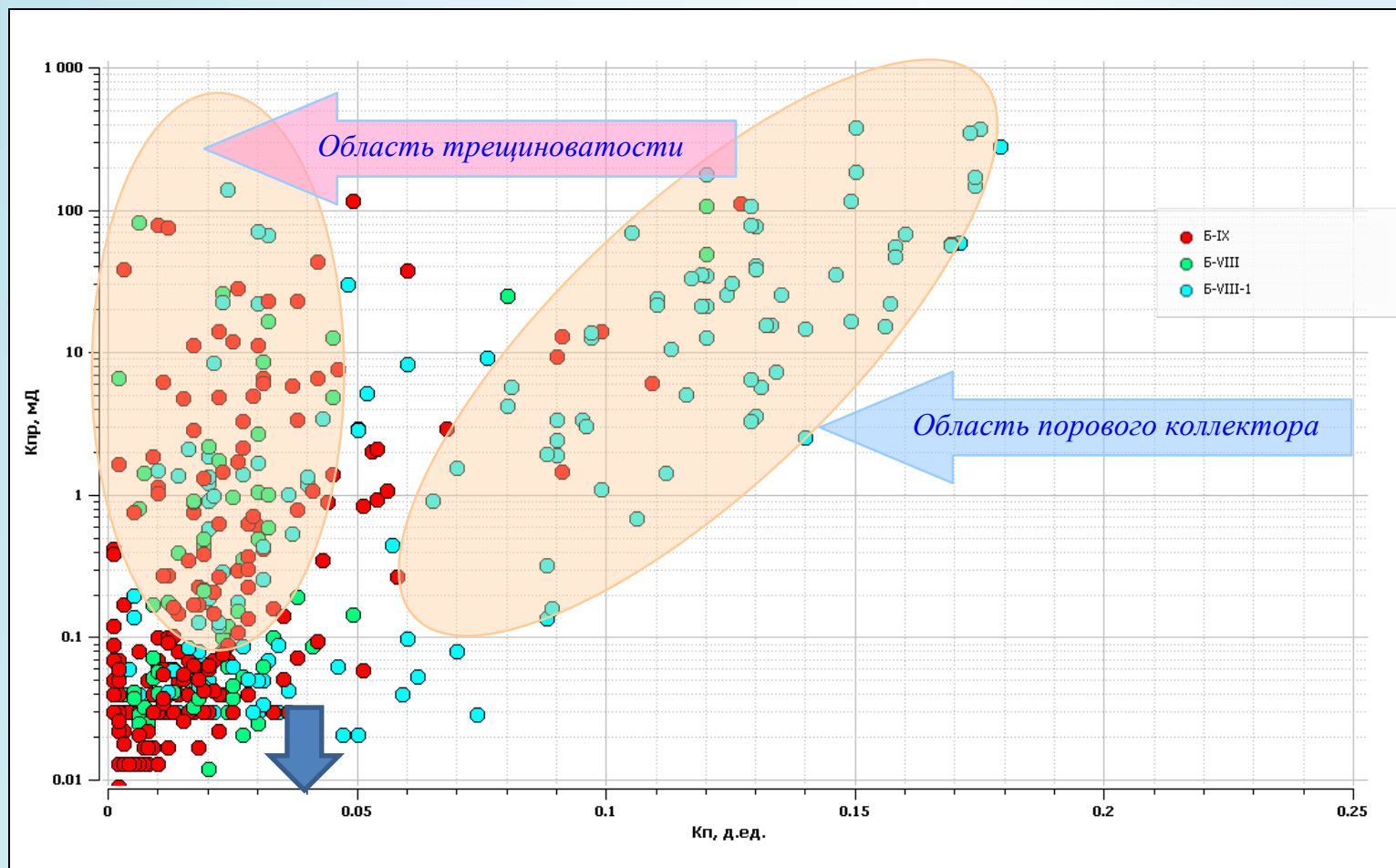
Корреляционное поле коэффициент пористости - объемная плотность по результатам исследования керна



Оскобинская свита

Литолого-петрофизическая характеристика

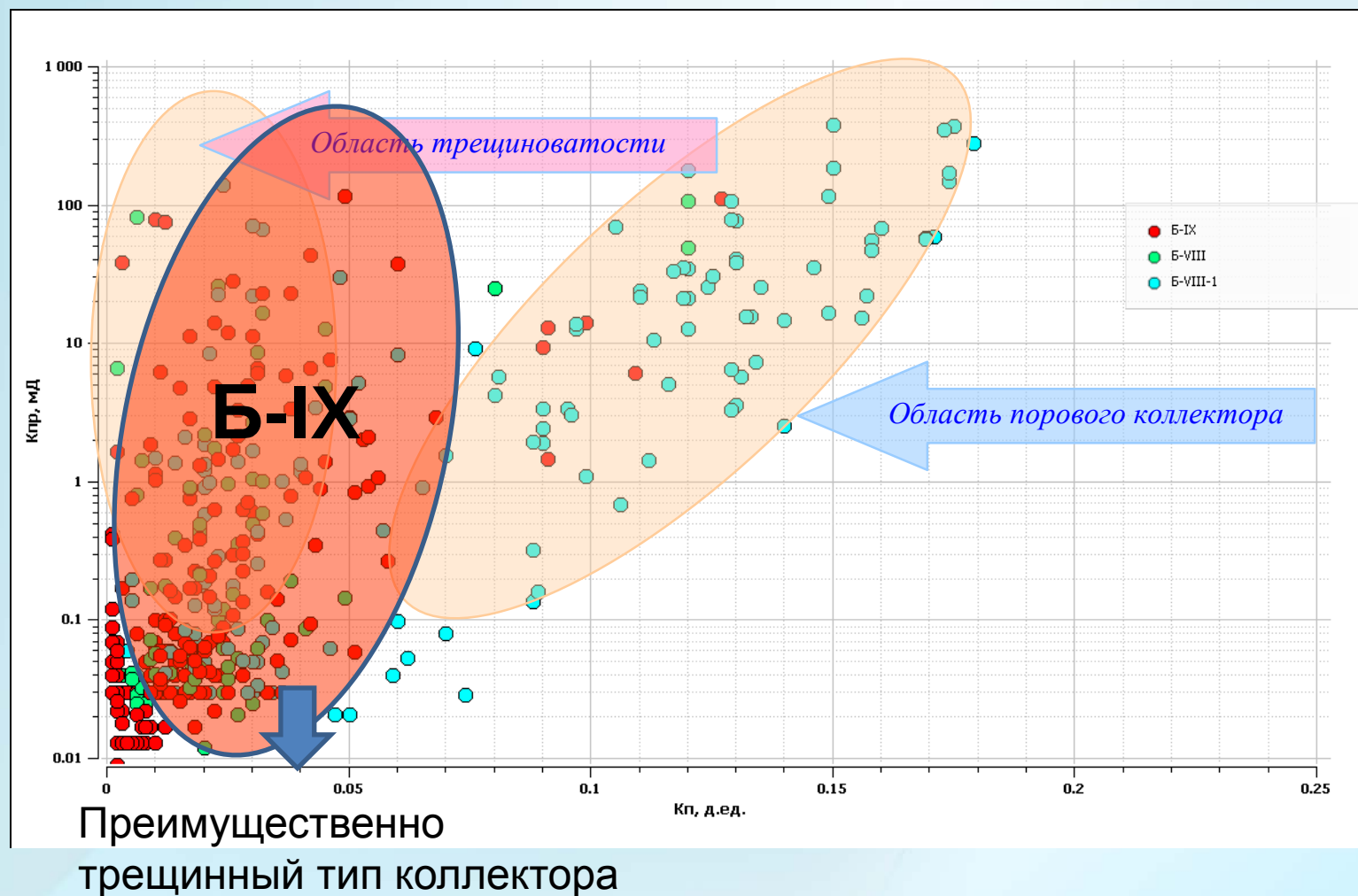
Корреляционное поле пористость – проницаемость



Оскобинская свита

Литолого-петрофизическая характеристика

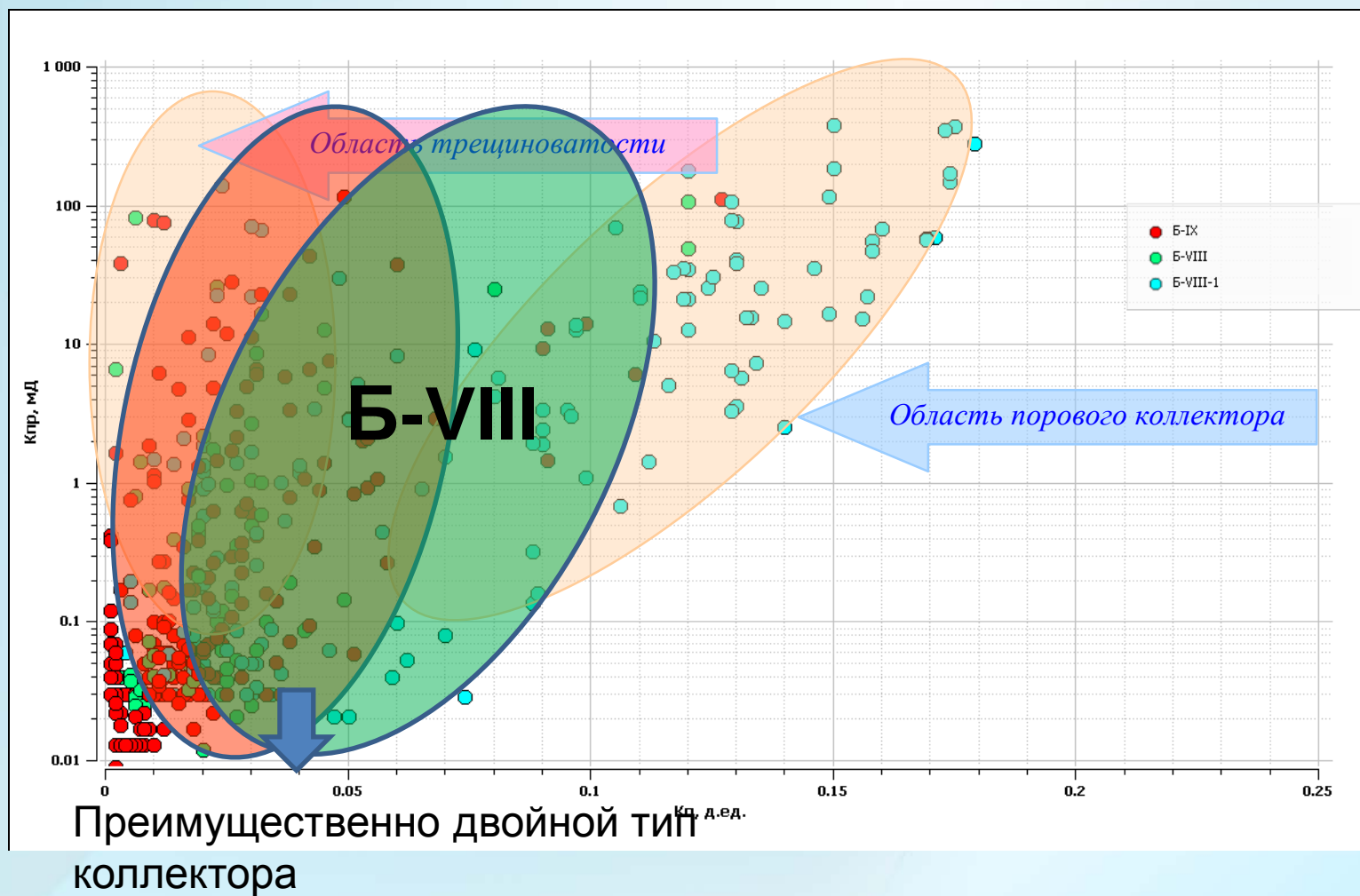
Корреляционное поле пористость – проницаемость



Оскобинская свита

Литолого-петрофизическая характеристика

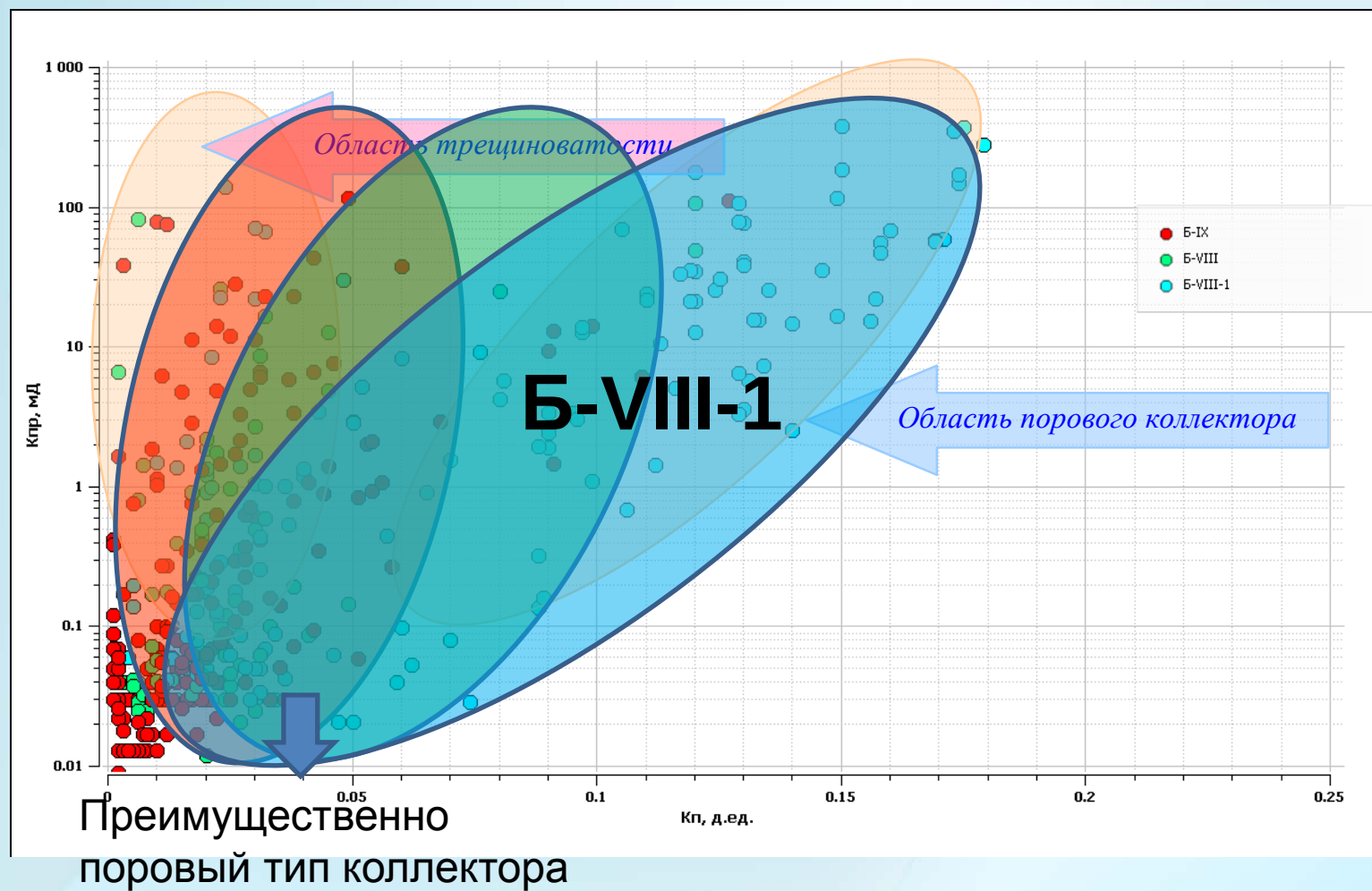
Корреляционное поле пористость – проницаемость



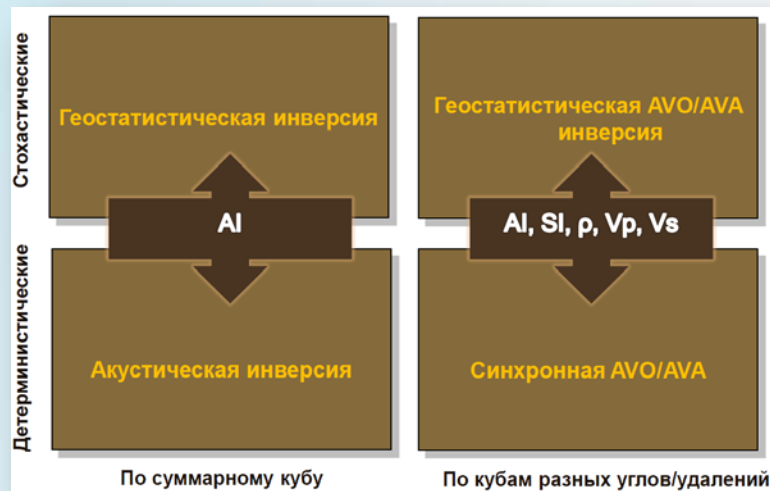
Оскобинская свита

Литолого-петрофизическая характеристика

Корреляционное поле пористость – проницаемость



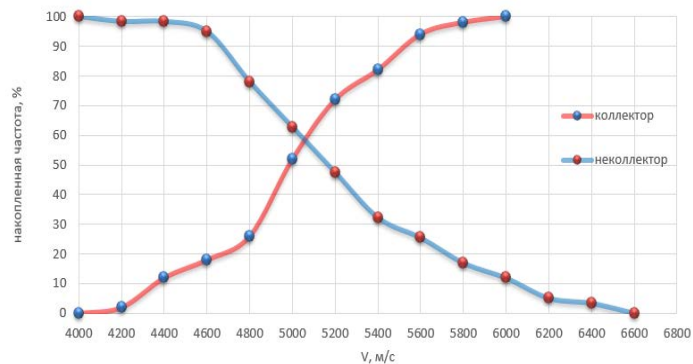
Петрофизическое обоснование для выполнения инверсии



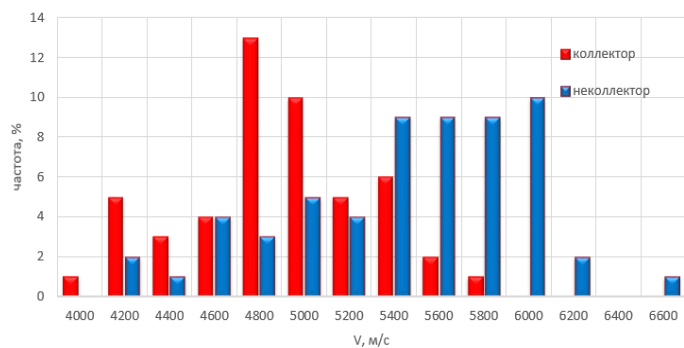
1. Граничные значения ФЕС
2. Статистические критерии разделения свойств по типам: коллектор и неколлектор
3. Модель коллектора
4. Анализ упругих свойств
5. Выбор информативных атрибутов. Модель прогноза
6. Выбор решающего правила разделения на типы и классы коллекторов

Основные упругие параметры среды оскобинской свиты

Накопленные частоты распределения скорости продольной волны для коллекторов и неколлекторов оскобинской свиты



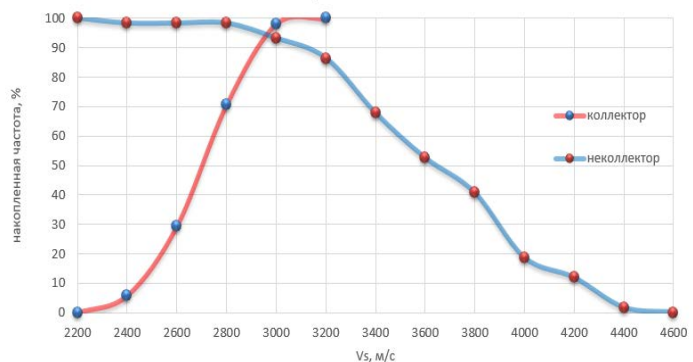
Гистограммы распределения скорости продольной волны для коллекторов и неколлекторов оскобинской свиты



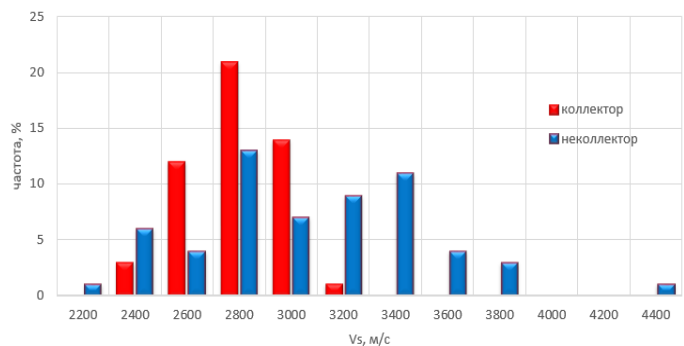
V_p



Накопленные частоты распределения скорости поперечной волны для коллекторов и неколлекторов оскобинской свиты



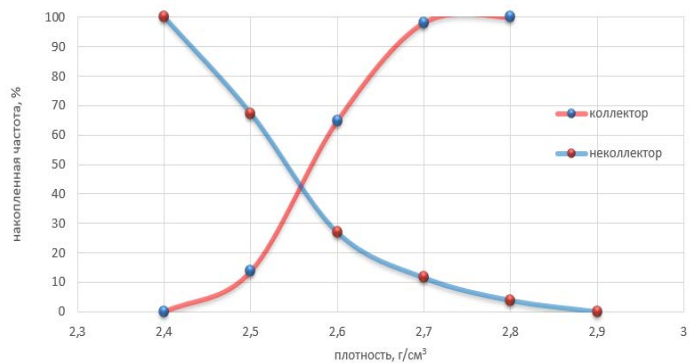
Гистограммы распределения скорости поперечной волны для коллекторов и неколлекторов оскобинской свиты



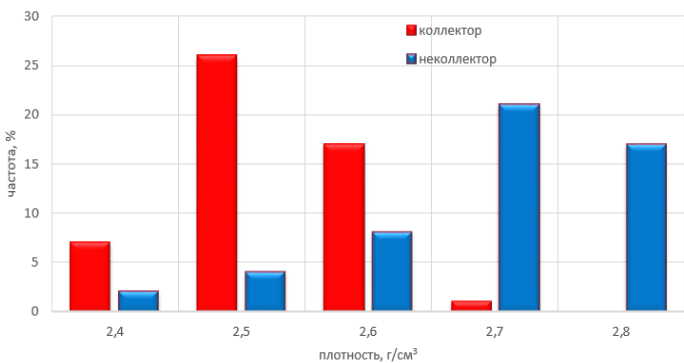
V_s



Накопленные частоты распределения значений плотности для коллекторов и неколлекторов оскобинской свиты



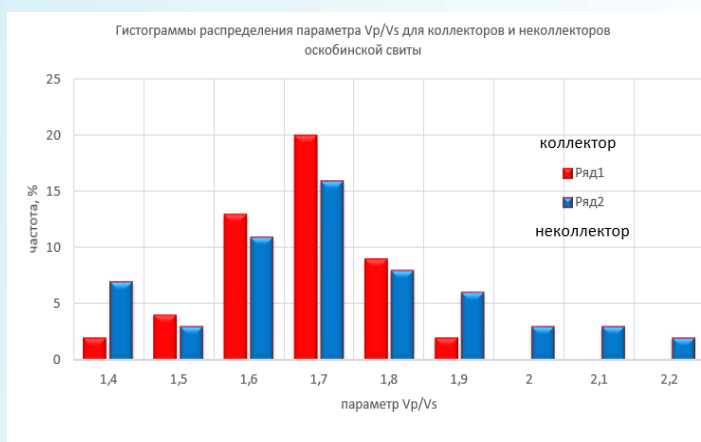
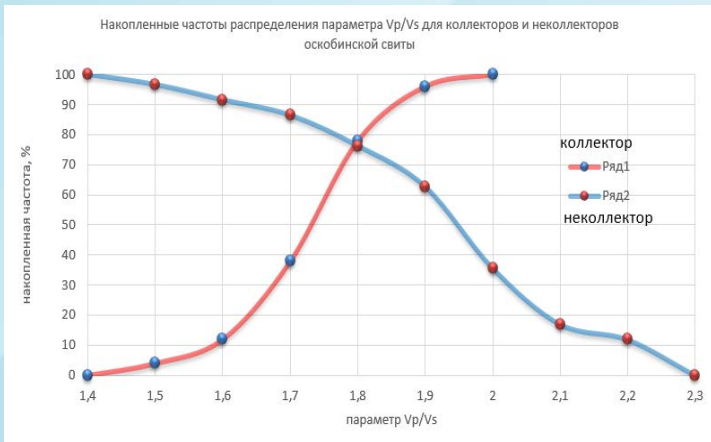
Гистограммы распределения значений плотности для коллекторов и неколлекторов оскобинской свиты



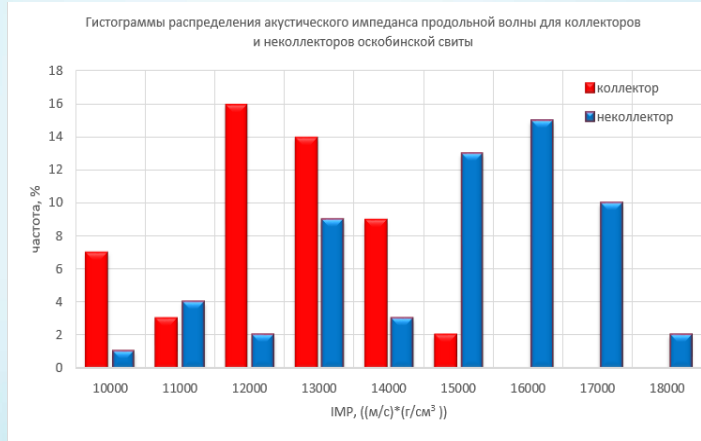
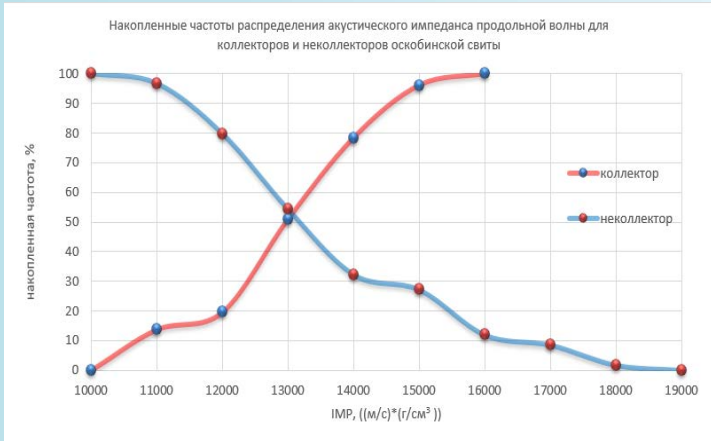
Плотность



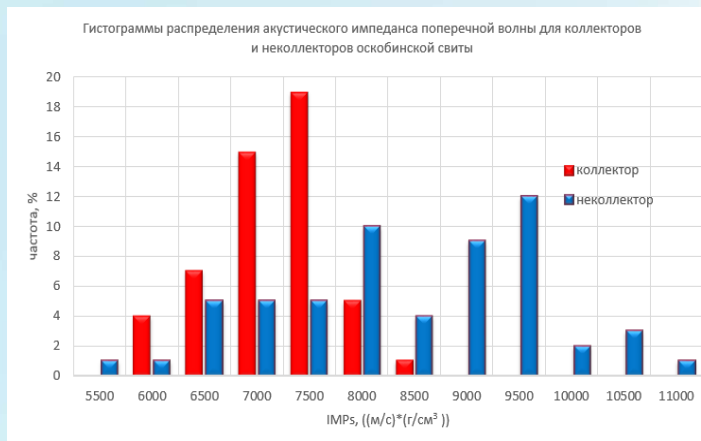
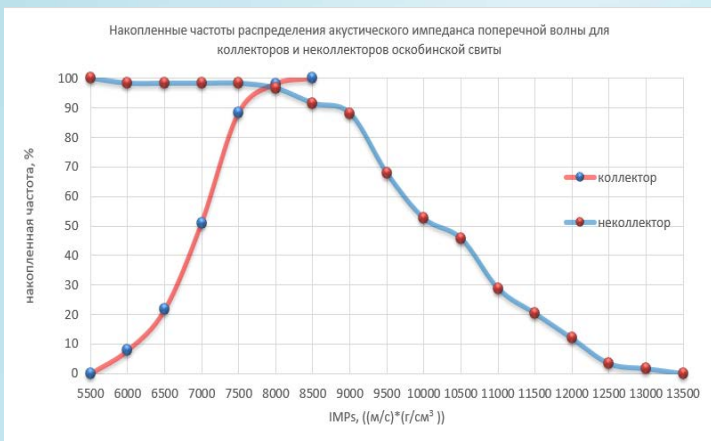
Основные упругие параметры среды оскобинской свиты



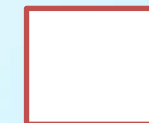
V_p/V_s



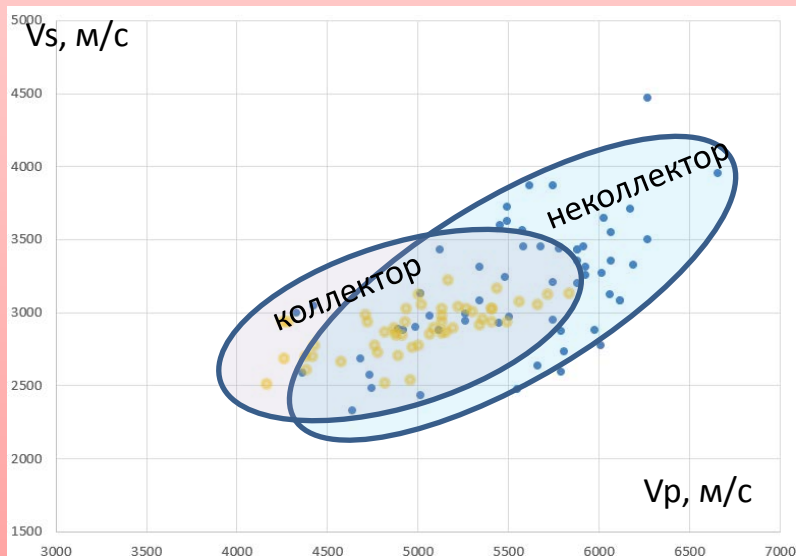
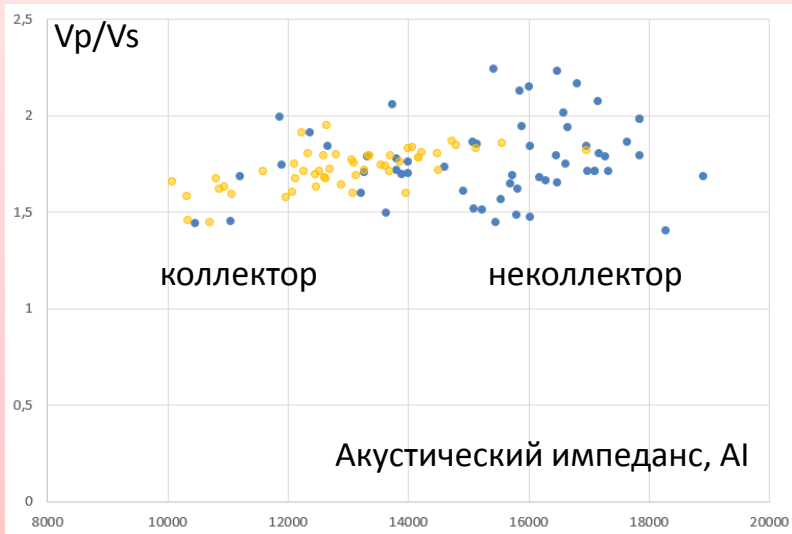
Alp



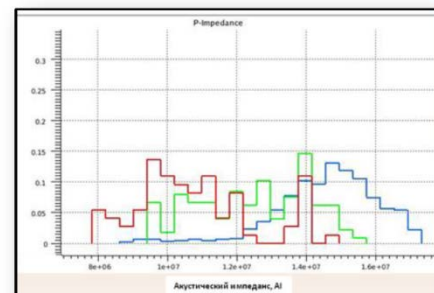
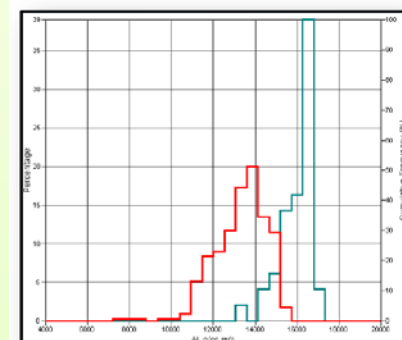
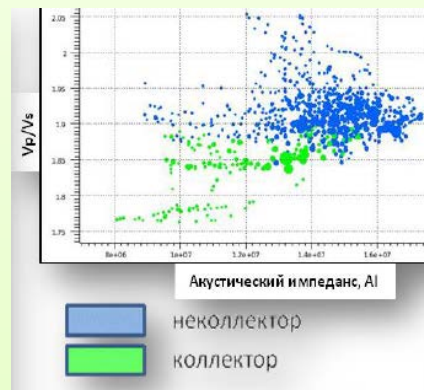
Als



Оценка качества связей с упругими параметрами для отложений оскобинской свиты



Теория



Коллектор
Неколлектор

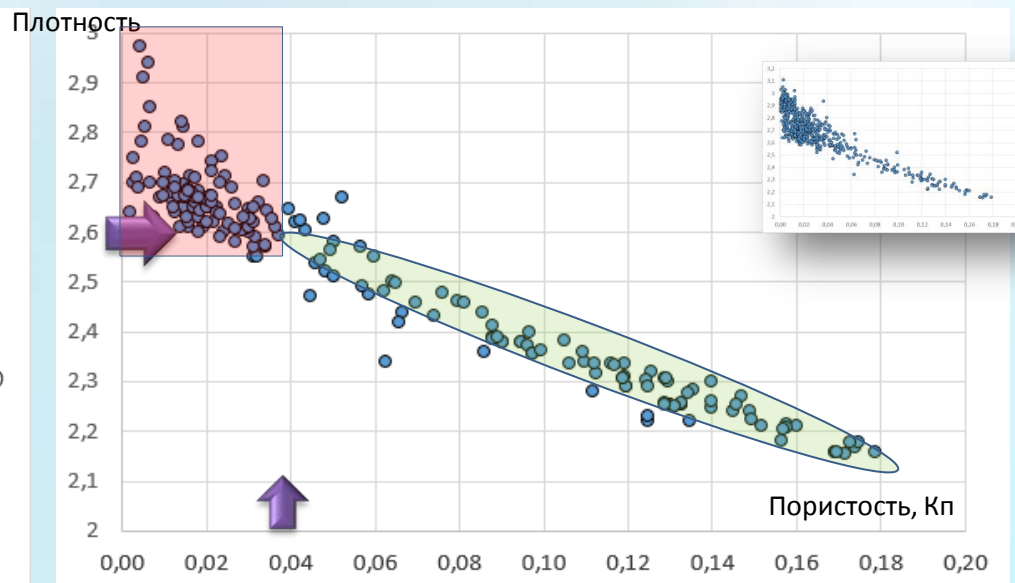
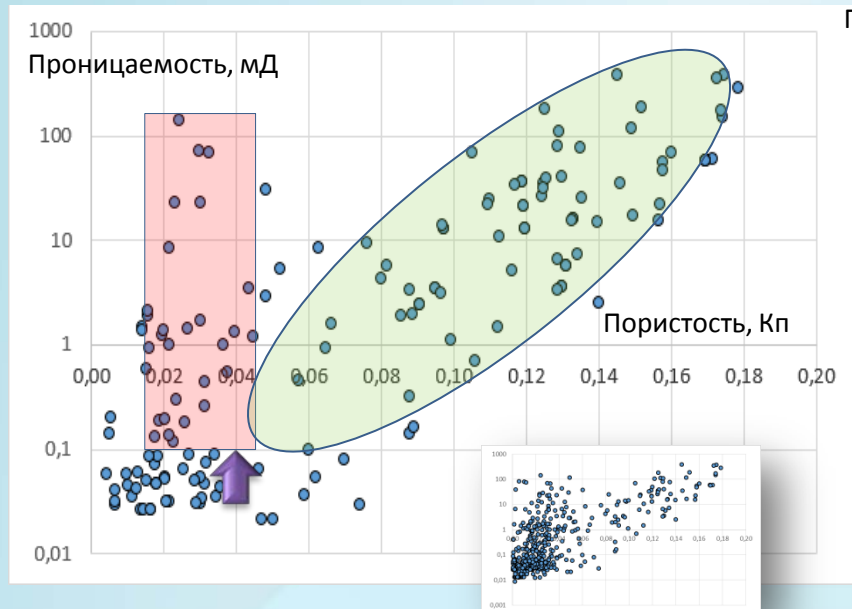
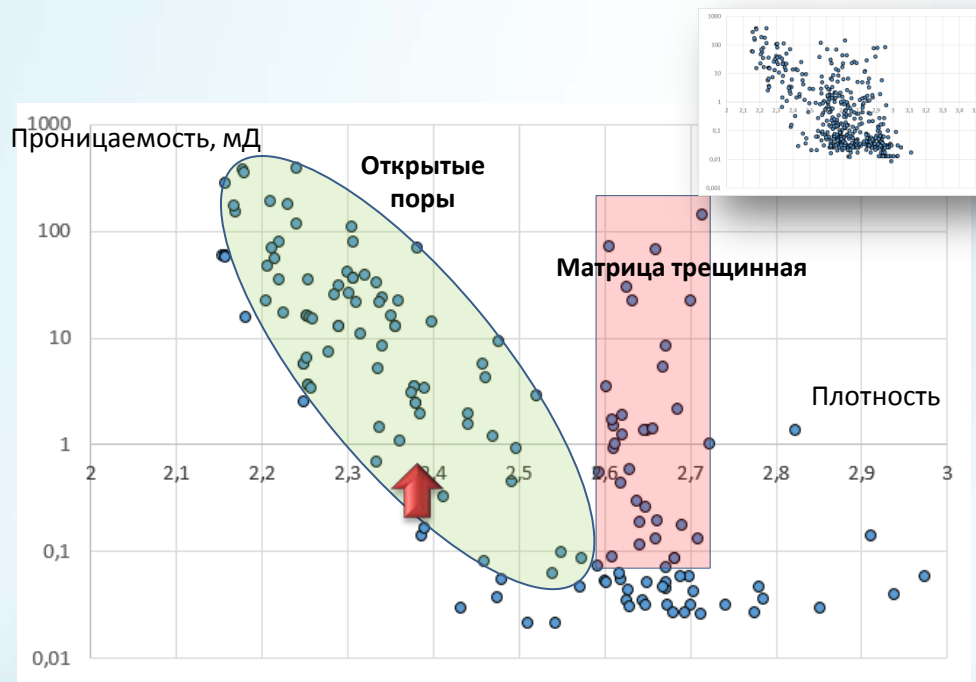
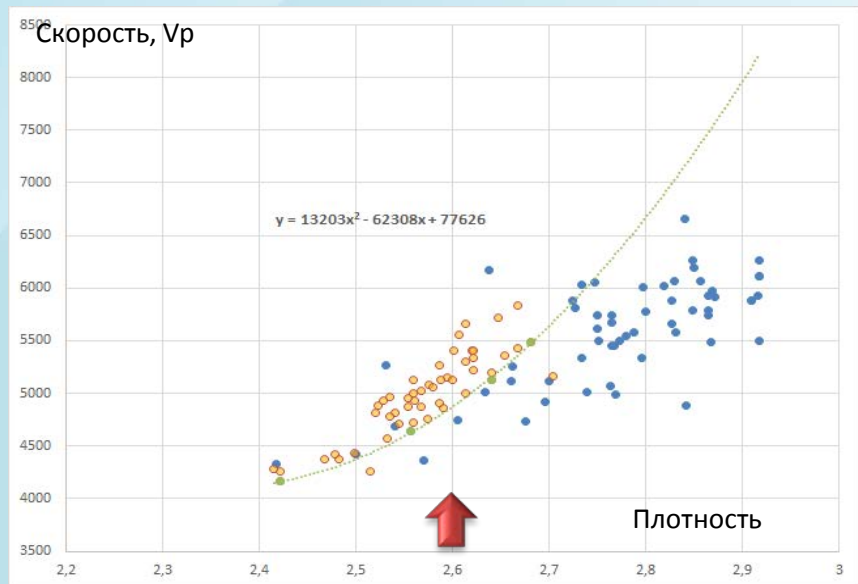
Акустический импеданс,
Сдвиговый импеданс

$$AI = \rho \cdot V_p / DT$$

$$SI = \rho \cdot V_s / DT_s$$

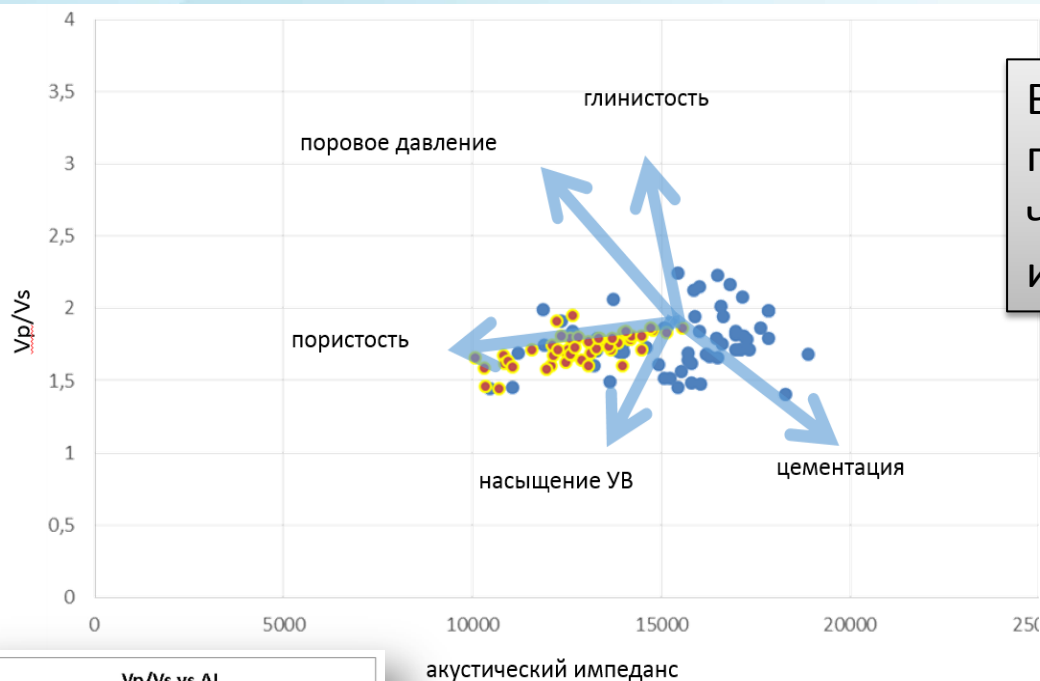
Коллектор нефтенасыщенный
Коллектор водонасыщенный
Неколлектор

Основные графики и зависимости для прогноза свойств отложений оскобинской свиты



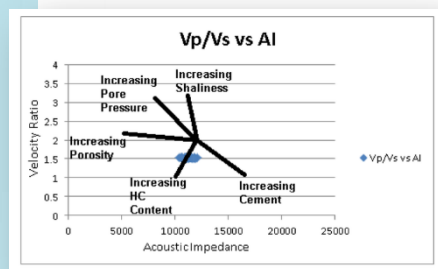
Анализ чувствительности параметров V_p , V_s , RHO_V к насыщению для отложений оскобинской свиты

Кросс-плот изменения параметра V_p/V_s от акустического импеданса

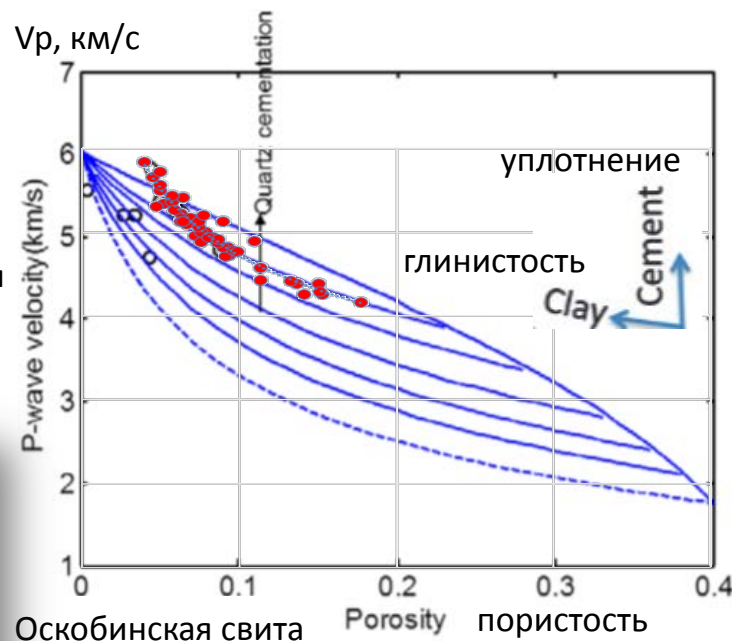
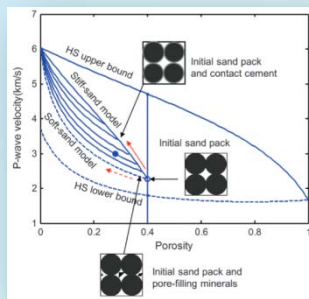


Выводы:

параметры V_p , V_s , RHO_V чувствительны только к изменению плотности пород

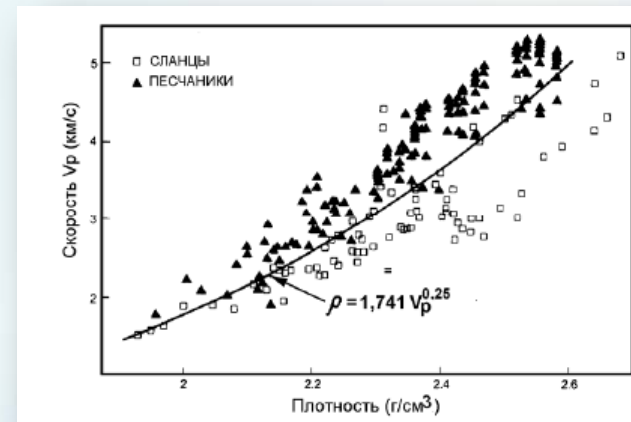
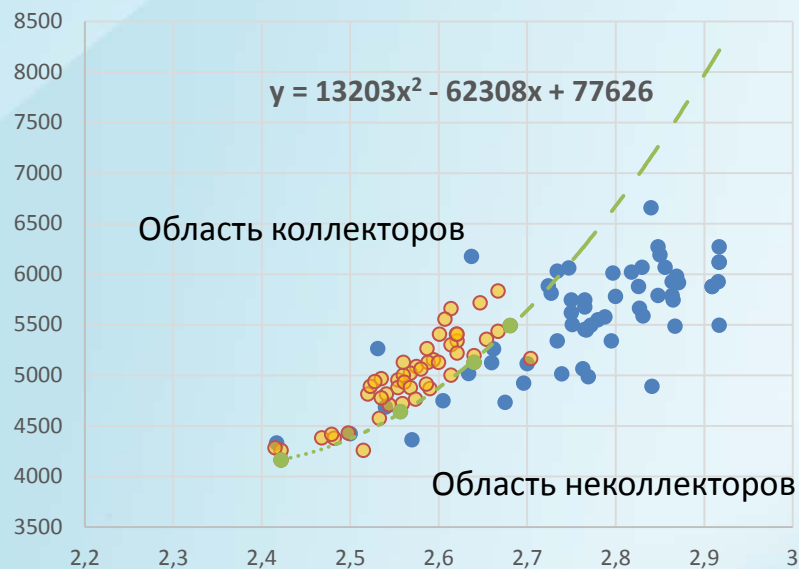


Палетка изменения уплотнения пород (по Zakir Hossain and Yijie Zhou, 2014r)



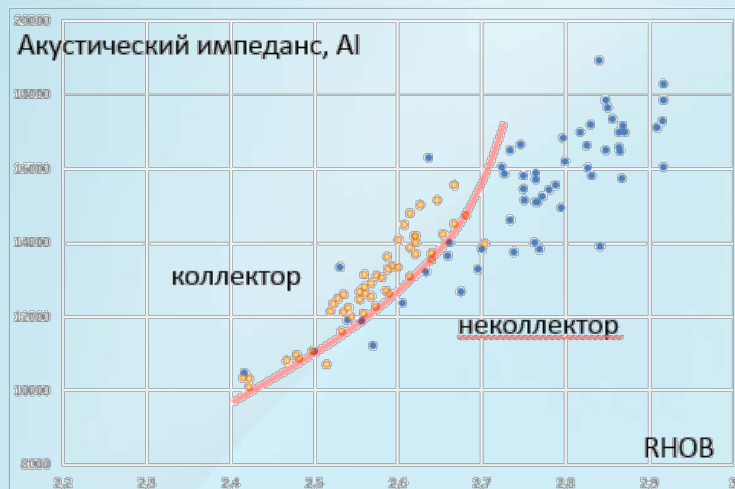
Петрофизическое обоснование для выделения коллекторов в интервале отложений оскобинской свиты

V_p , м/с



Сопоставление скоростей Р-волн и плотностей по керну и ГИС для песчаников и глинистых сланцев (Gardner G.H.F., Gardner L.W., Gregory A.R. Formation velocity and density - The diagnostic basics for stratigraphic traps. - Geophysics, 1974)

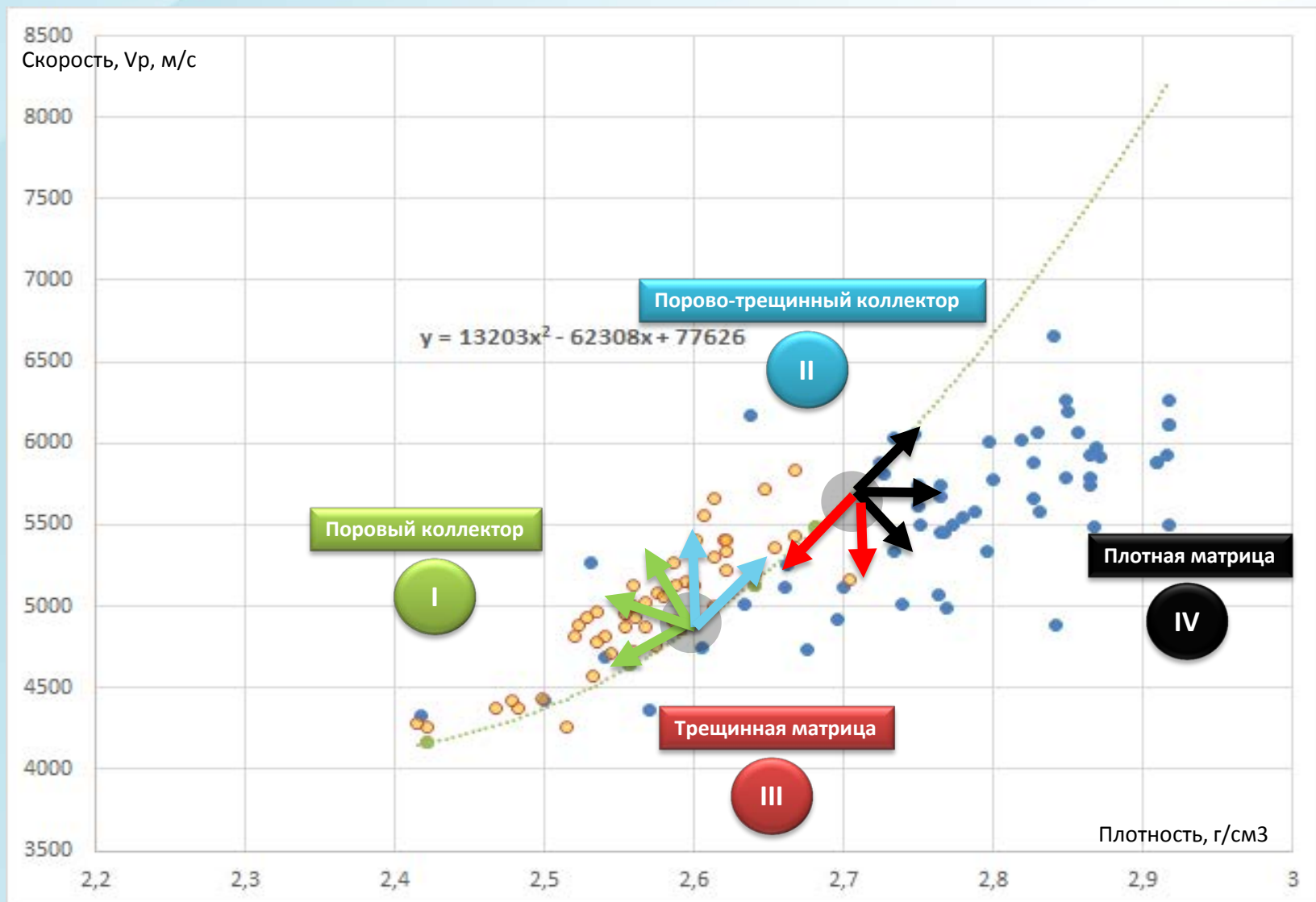
ρ_{HOB}



Выводы:

Условием разделения на коллектор/неколлектор является задание системы уравнений для двух кубов: плотности и V_p

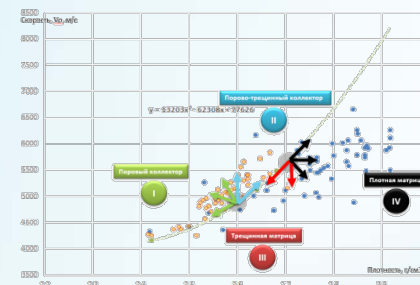
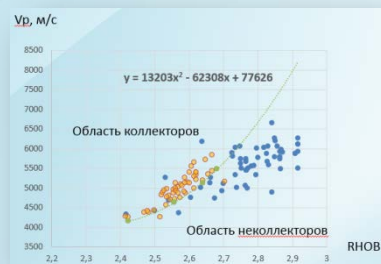
Модель прогноза коллекторов оскобинской свиты по типу пустотного пространства



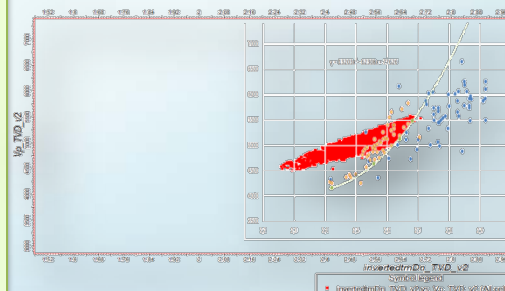
Технология прогнозирования коллекторов и их свойств

**Объемное выделение классов по бинарному принципу -
решение петрофизического уравнения на основе кубов V_p и R_{HOV}
в глубинном масштабе**

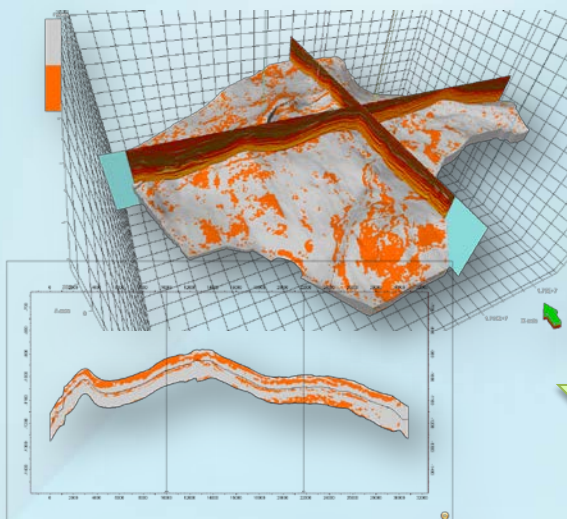
1. Обоснование правила деления кубов на класс коллекторов и неколлекторов по V_p и плотности



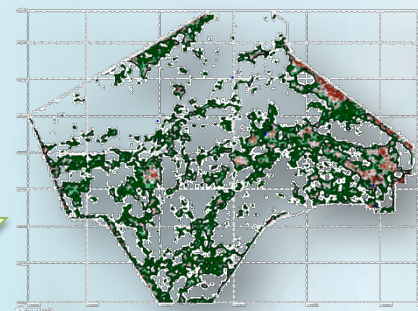
2. Работа с глубинными кубами V_p и $RHOV$



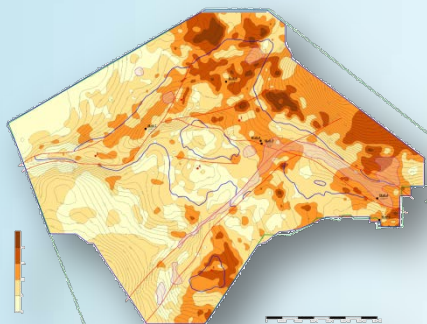
3. Построение куба класса коллекторов



4. Учет куба «Хаос» при построении прогнозных карт

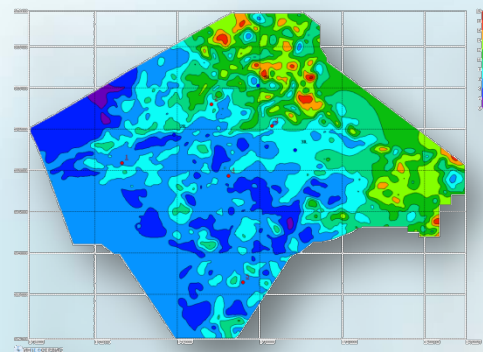


5. Построение прогнозных карт распределения эффективных толщин

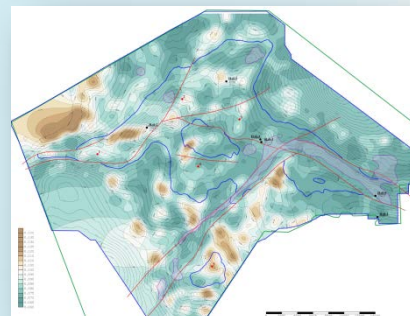
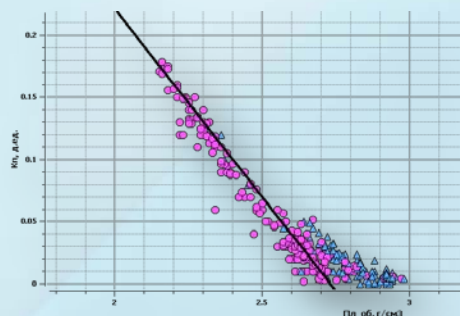


6. Построение куба трещинных коллекторов.

Районирование участков, predisposed к микротрещинообразованию

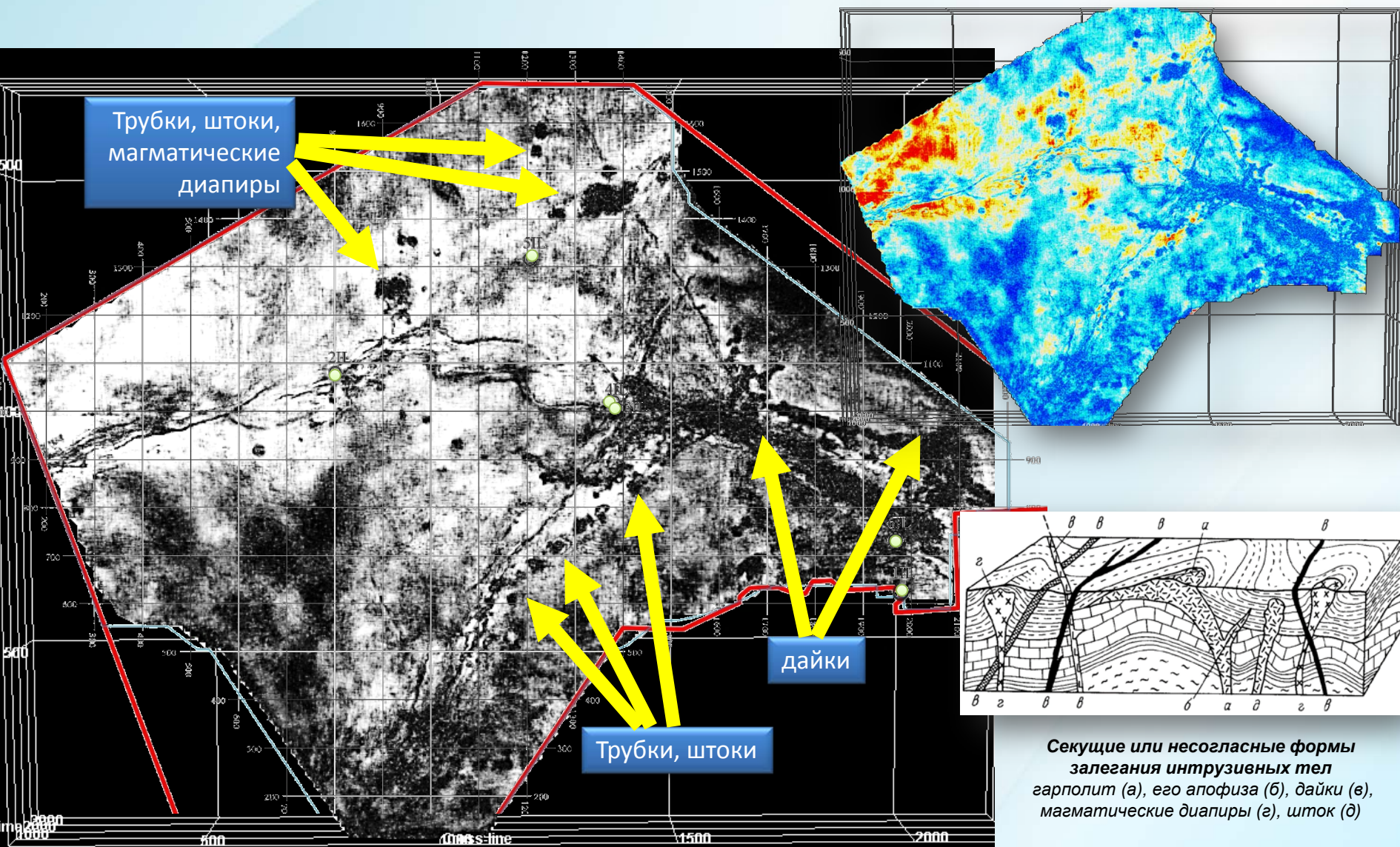


7. Построение прогнозных карт распределения K_p для класса коллекторов



Обоснование выделения интрузивных тел

Выделение интрузивных форм

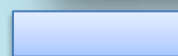
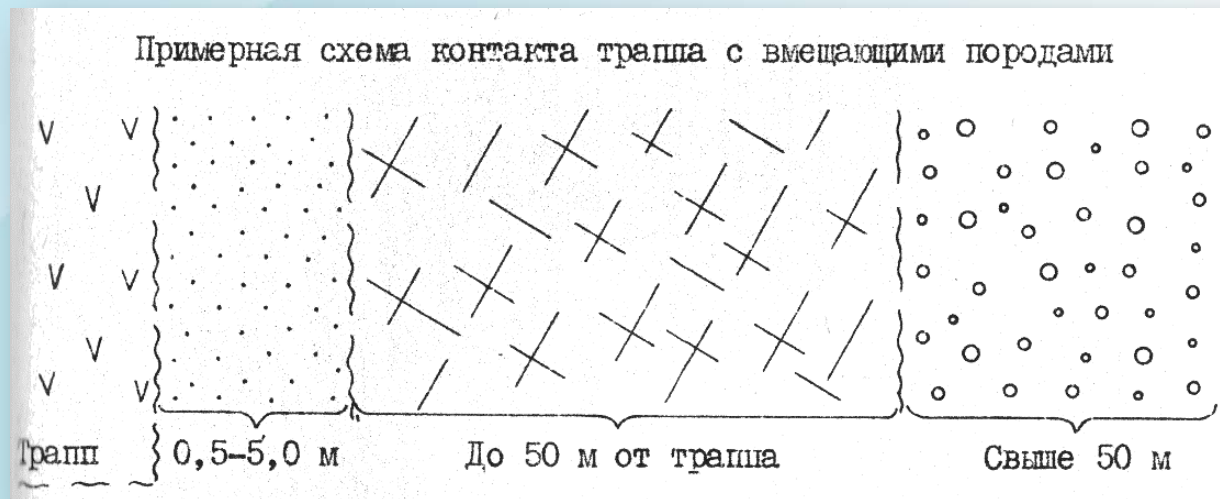


Секущие или несогласные формы залегания интрузивных тел
 гарполит (а), его апофиза (б), дайки (в), магматические диапиры (г), шток (д)

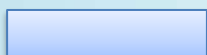
Горизонтальный слайс амплитудного куба в интервале усольской свиты

Формирование трещиноватости в траппах и околотрапповых породах

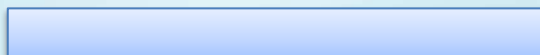
Зоткевич И.А., Коротун В.В., СНИИГГиМС



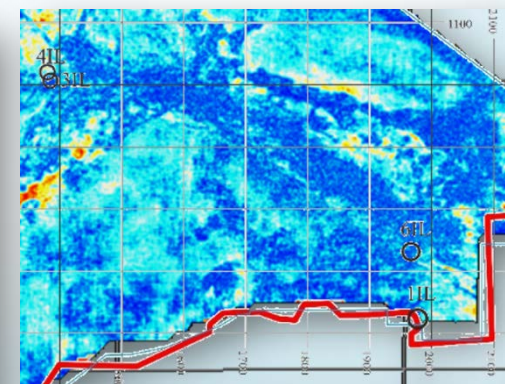
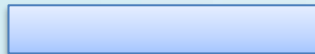
Трапп



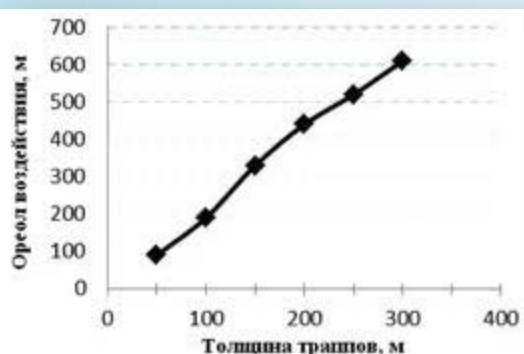
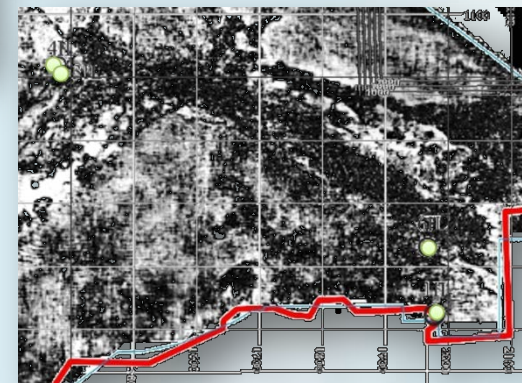
Расплавленные осадочные породы



Метасоматические породы



Фрагмент амплитудного куба в районе скв. 6



Ю.И.Галушкин

толщина зоны контактового метаморфизма как функция толщины траппов

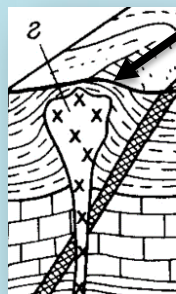
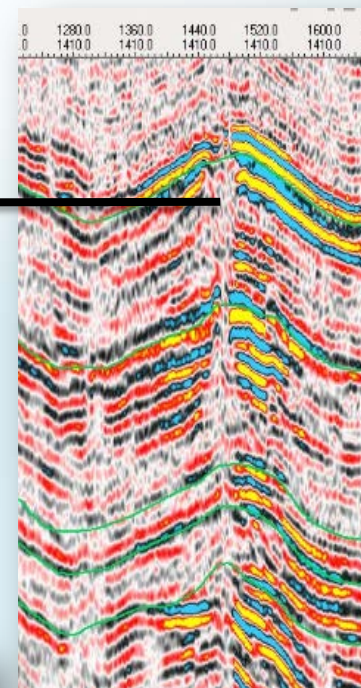
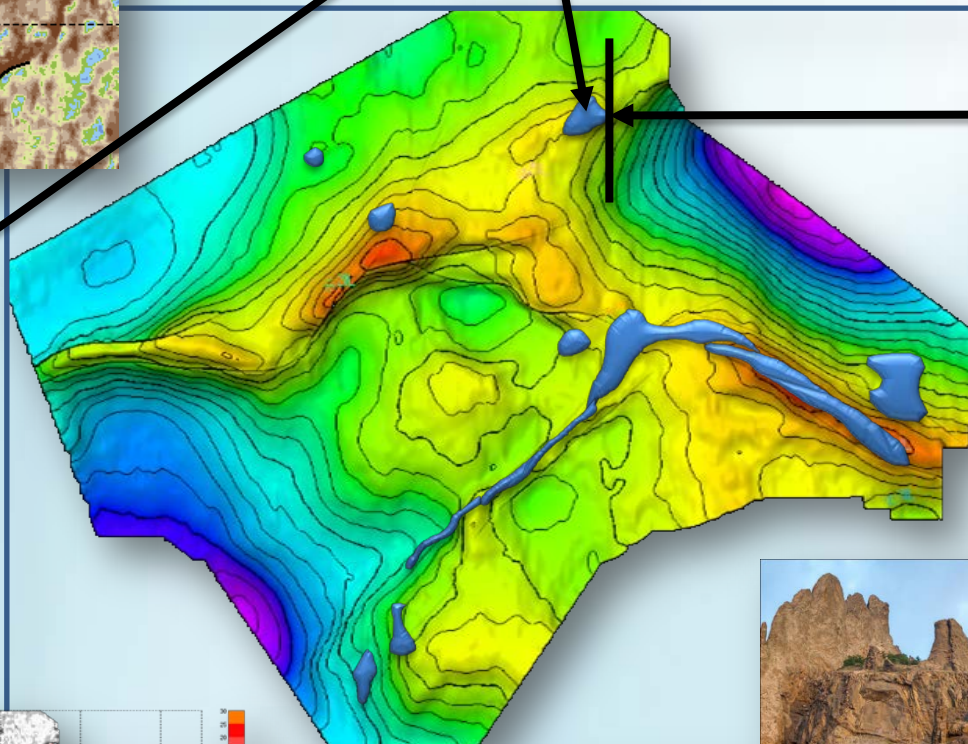
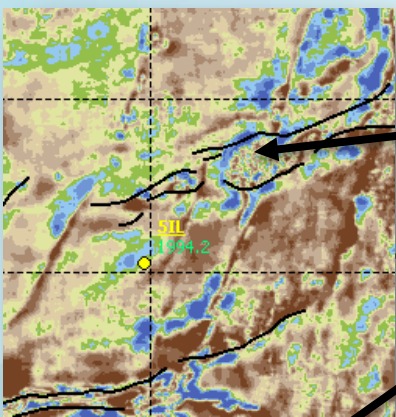
Развитие процессов карбонатизации, хлоритизации, окварцевания, цеолитизации

Выделение интрузивных тел в разрезе осадочного чехла

Магматический диапир

Структурная поверхность по ОГ U1

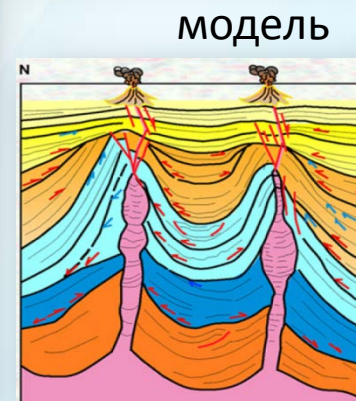
crossline



модель

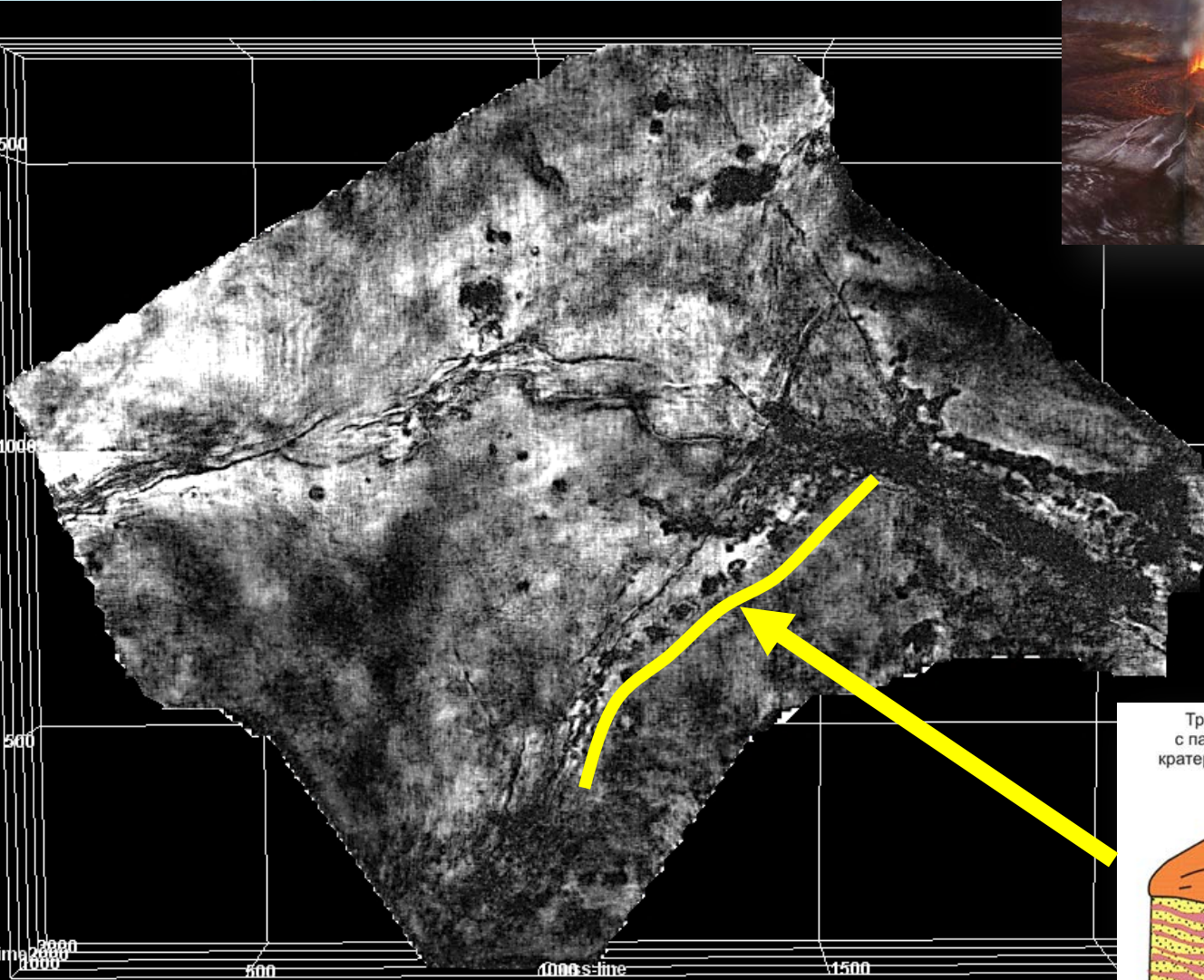


Локальная составляющая поверхности U1

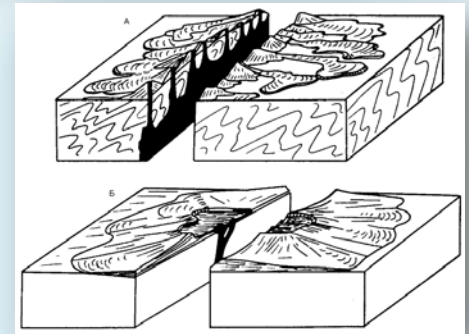


модель

Происхождение интрузивных форм

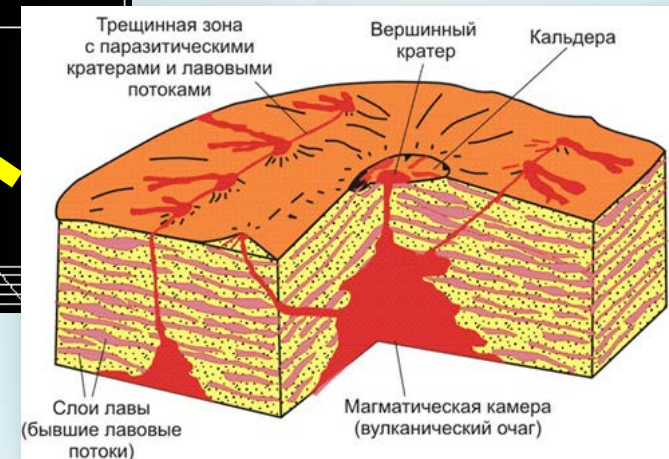


<http://samlib.ru/>

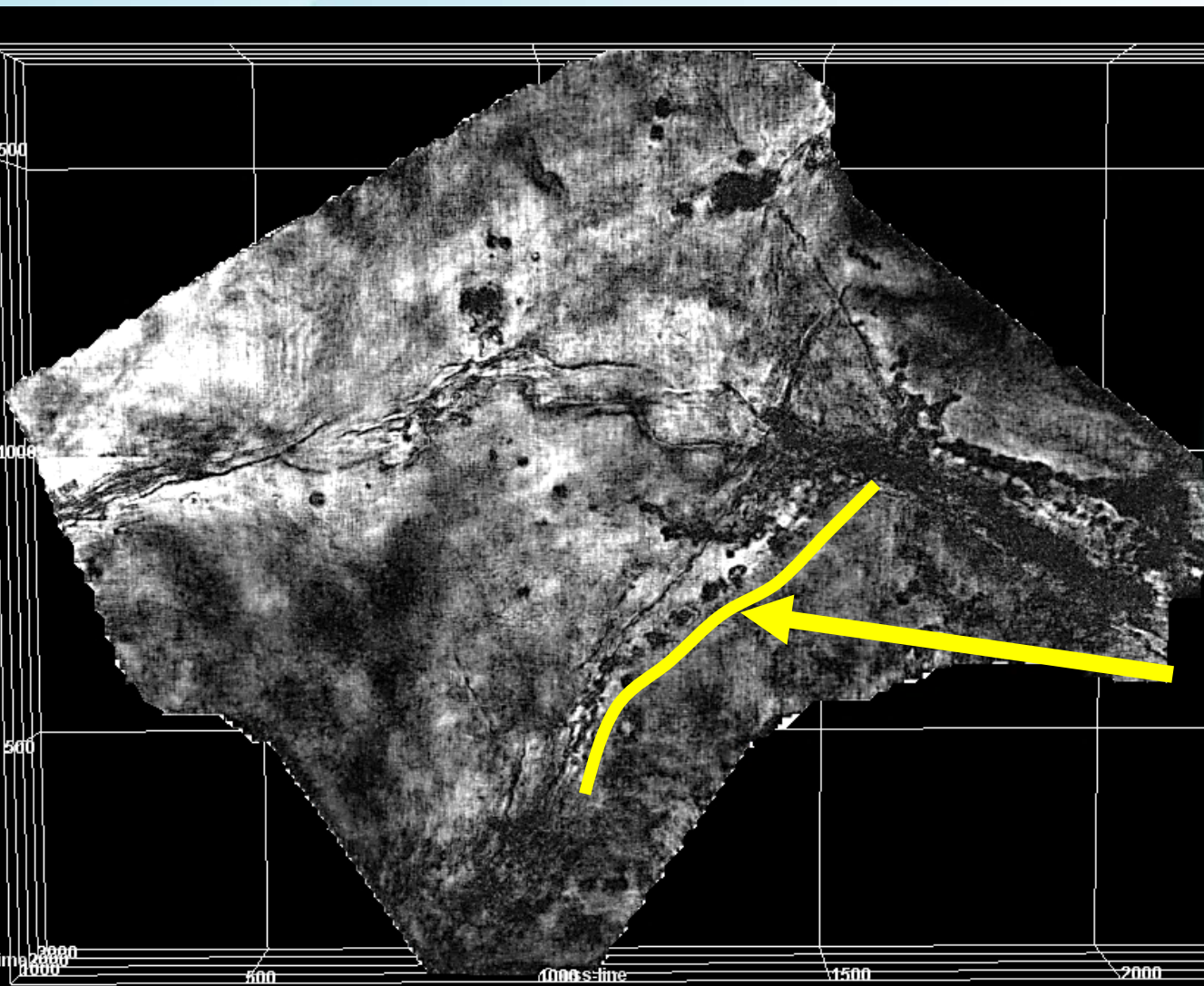


<http://www.kscnet.ru/>

Вулканы трещинного (А) и щитового (Б) типов

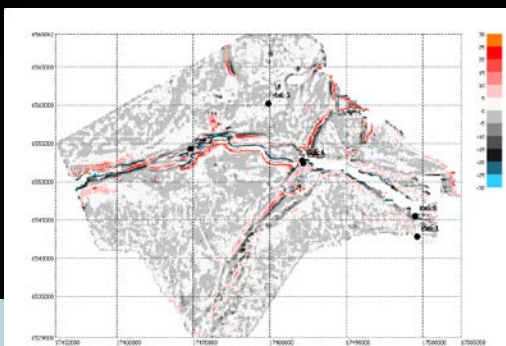
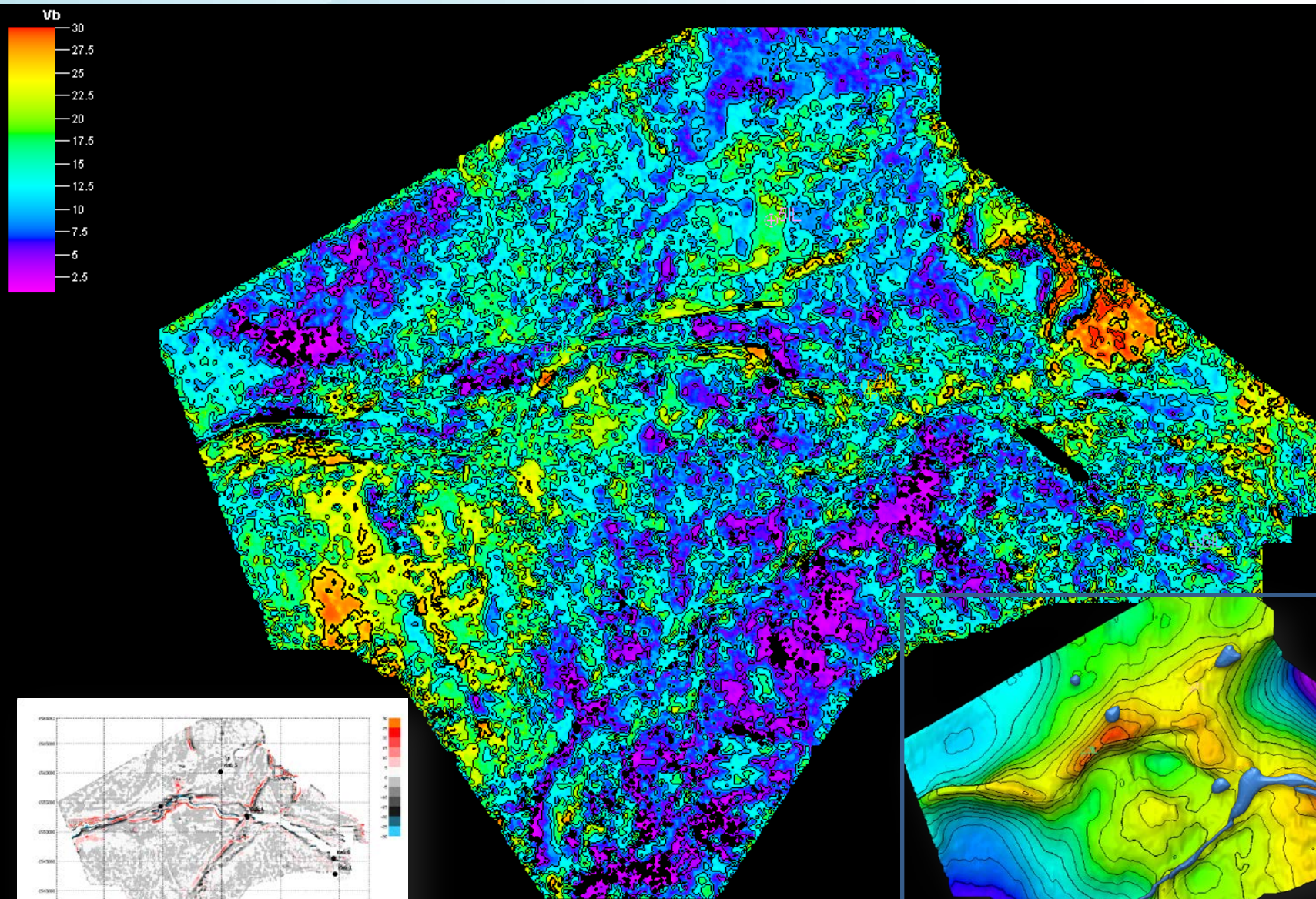


Современные аналоги

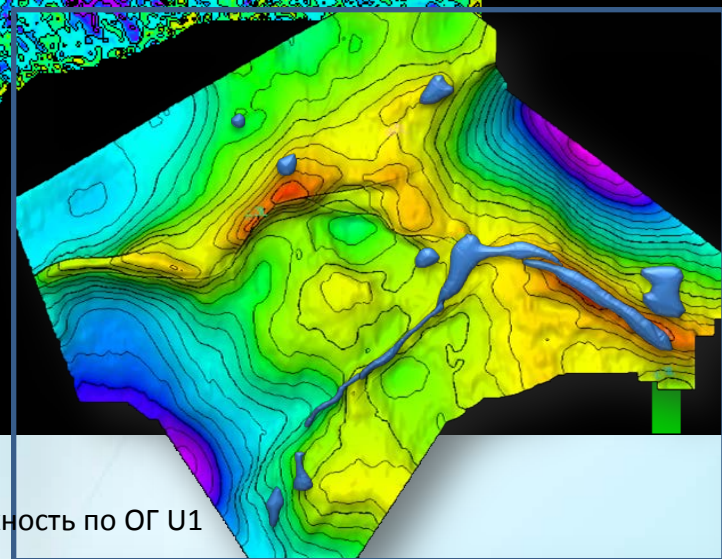


Вулкан Плоский Толбачик и новообразованные конусы Большого трещинного Толбачинского извержения. Радиолокационный космический снимок.

Временные толщины по $V_p > 5400$, $(M2-VN1)/2$



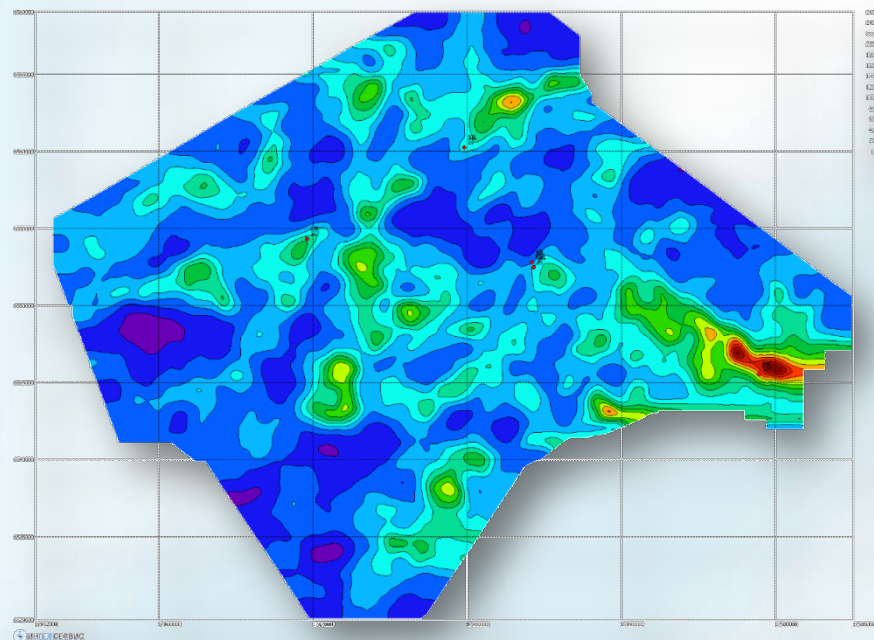
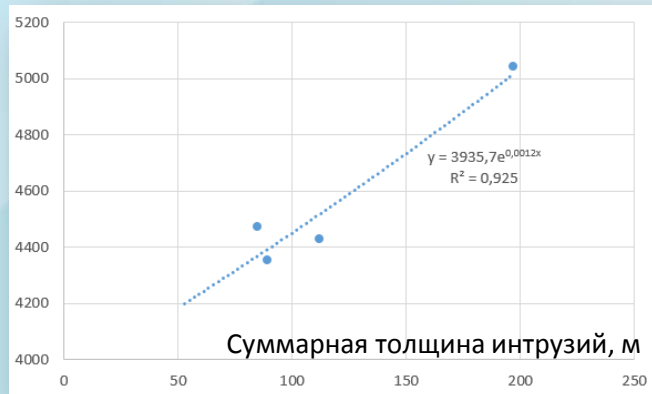
Локальная составляющая поверхности U1



Структурная поверхность по ОГ U1

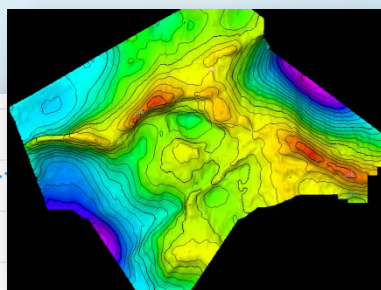
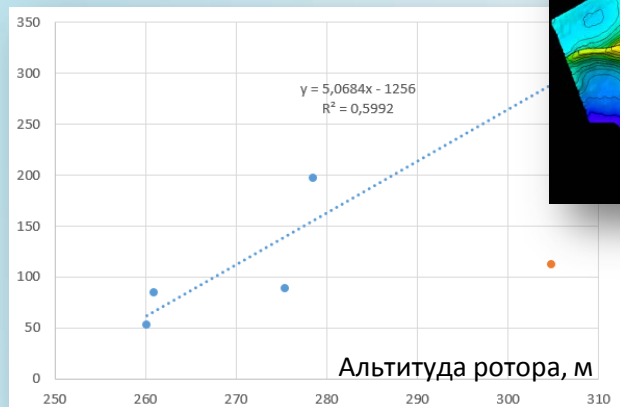
Прогнозная карта распределения толщины интрузий в разрезе

Ср. интервальная скорость, м/с



Зависимость между альтитудой рельефа и толщиной интрузий в разрезе

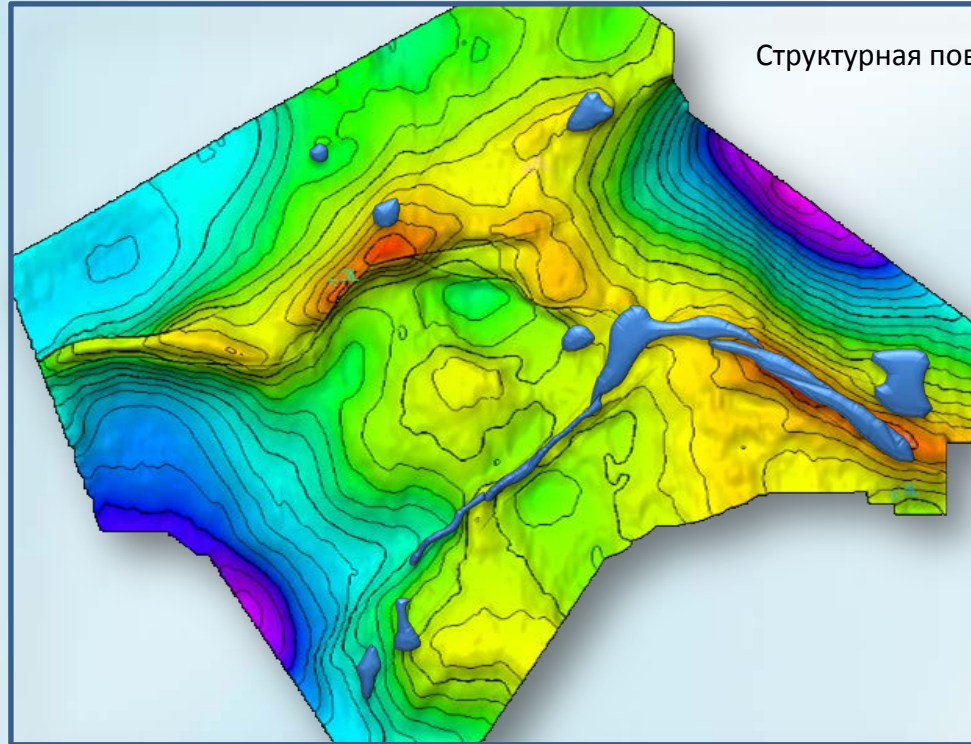
Суммарная толщина интрузий, м



При формировании структурной поверхности осадочного разреза большое влияние оказали внедрившиеся интрузии триасового возраста. Такие формы называются вулканоструктурами.

ВЫВОДЫ

Положительные структурные формы образовались в результате сдвига-сжатия при активном участии вулканических процессов вплоть до образования вулканогенных структур

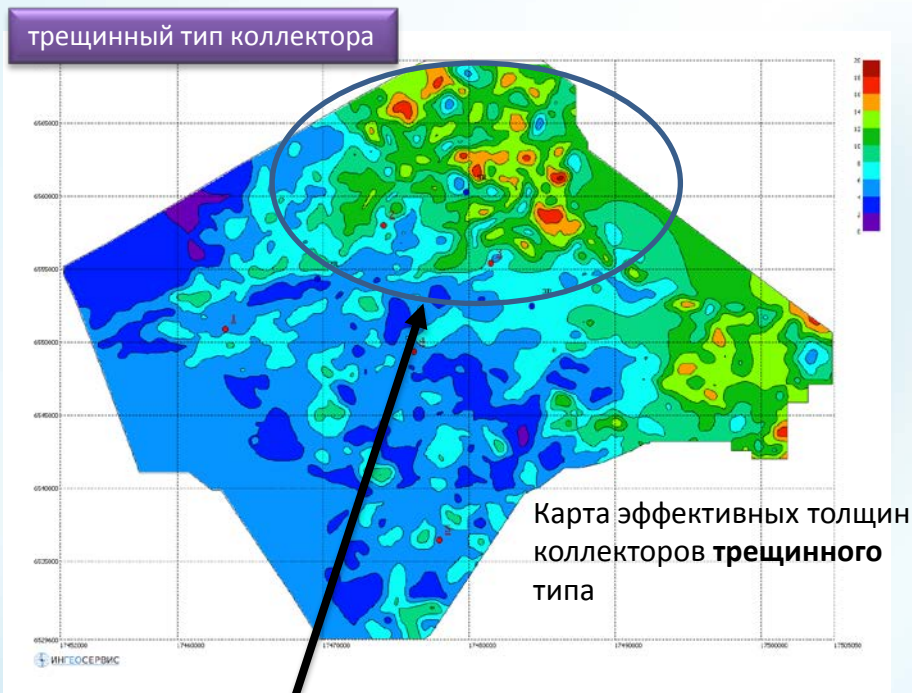
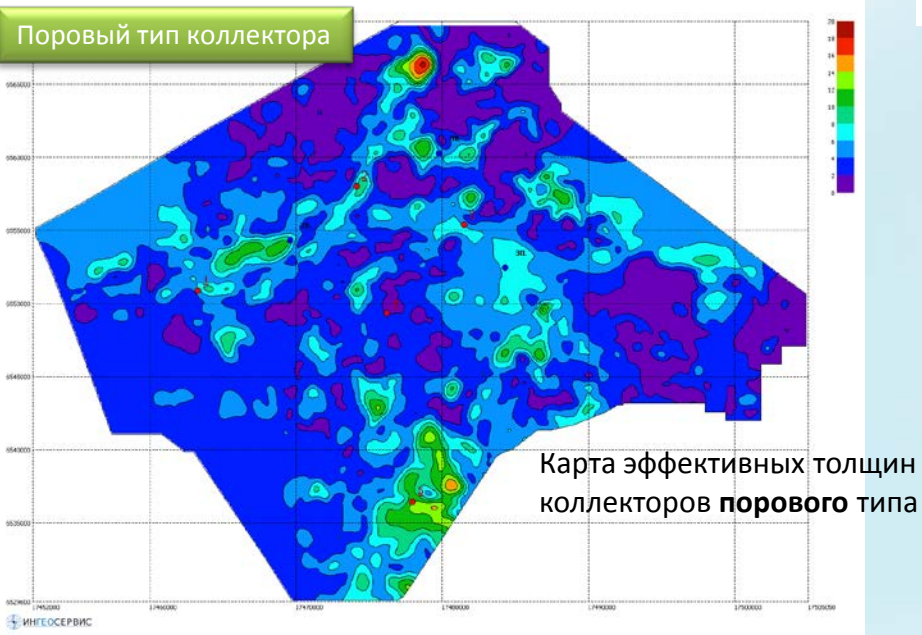


Как следствие, типы ловушек УВ:

- тектонически экранированные
- структурные, ограниченные магматогенными телами

Прогнозные карты

Прогнозные карты распределения Кп пластов оскобинской свиты



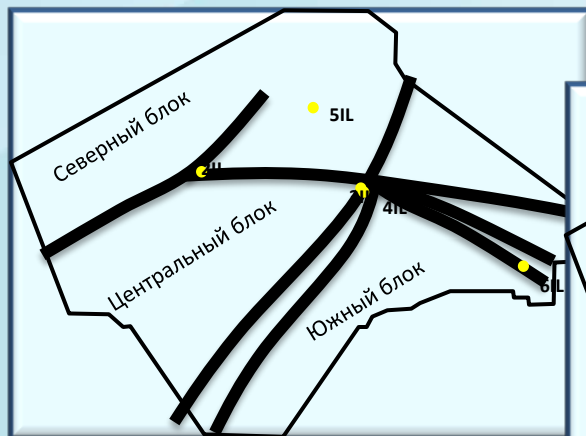
ВЫВОДЫ:
Продуктивная толща оскобинской свиты представлена коллектором со сложной структурой пустотного пространства.
В районе находится толща коллекторов порово-трещинного типа, а также толща трещинной матрицы. Эти факторы делают данную зону перспективной с точки зрения первоочередности разбуривания месторождения

Спасибо за внимание

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

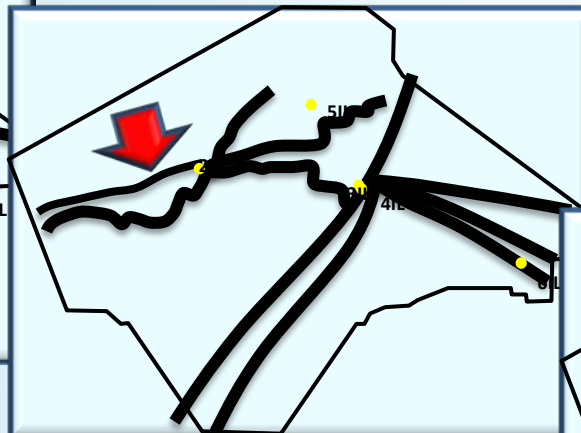
Структурно-динамическая реконструкция развития

Схема фаз структурно-тектонического развития участка

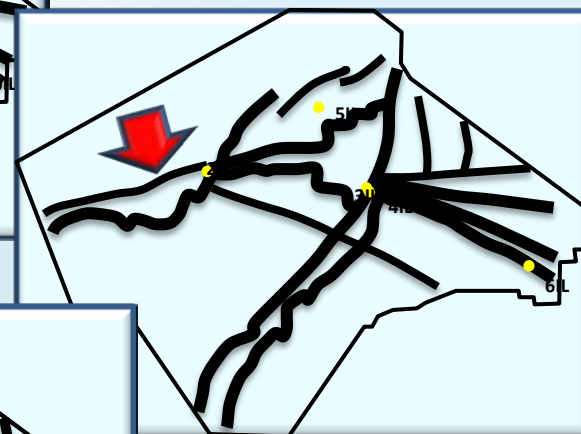


Исходная модель

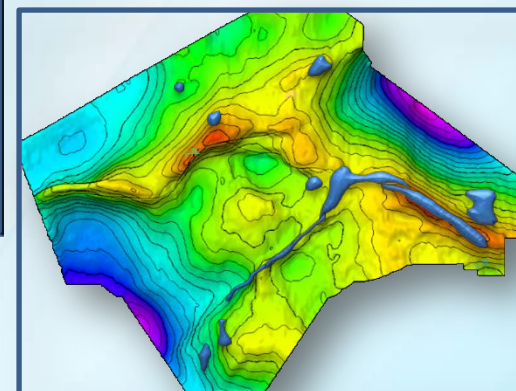
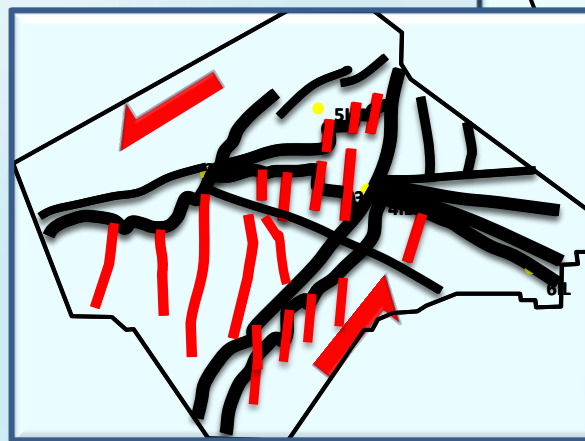
1 фаза надвига



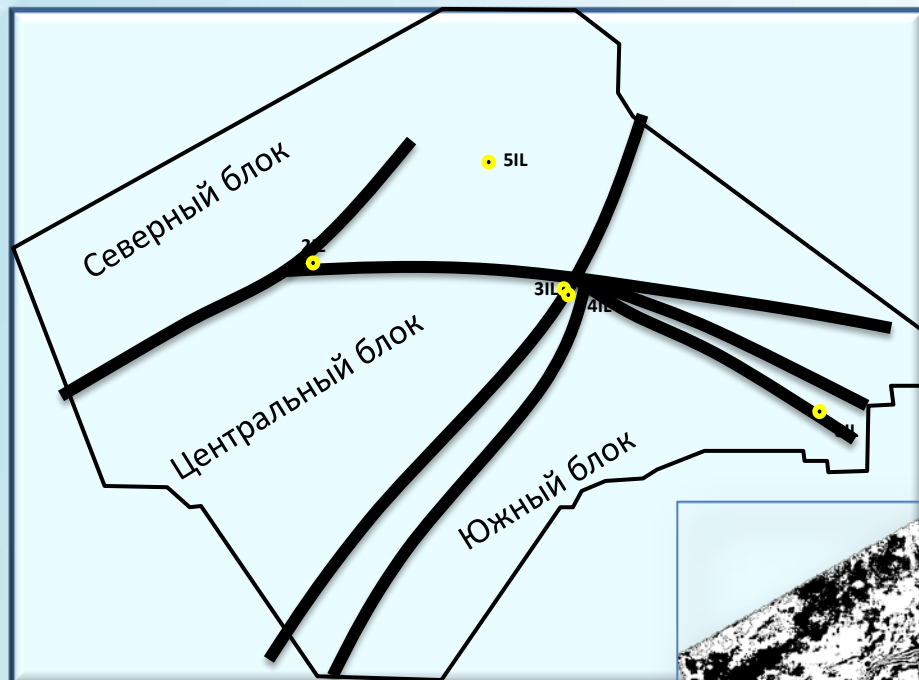
2 фаза надвига



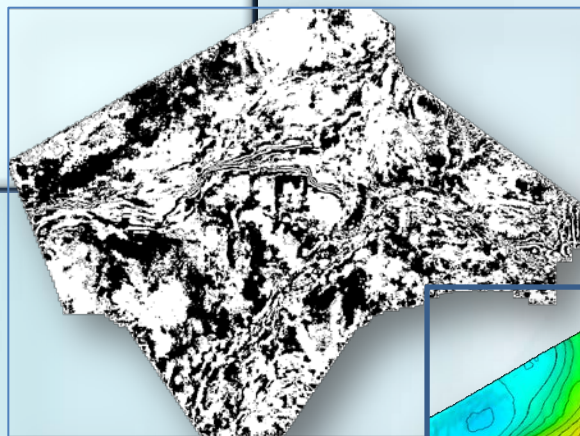
Левосторонний сдвиг
(образование сколов и трещин
отрыва субмеридионального
простираения)



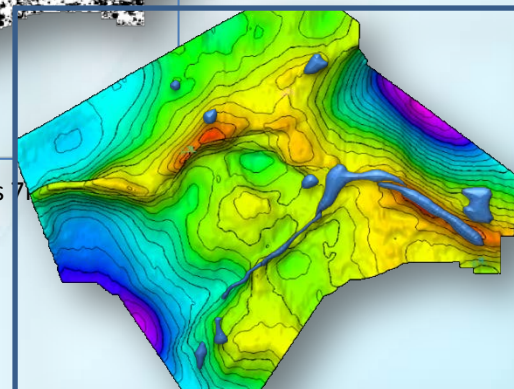
Исходная модель



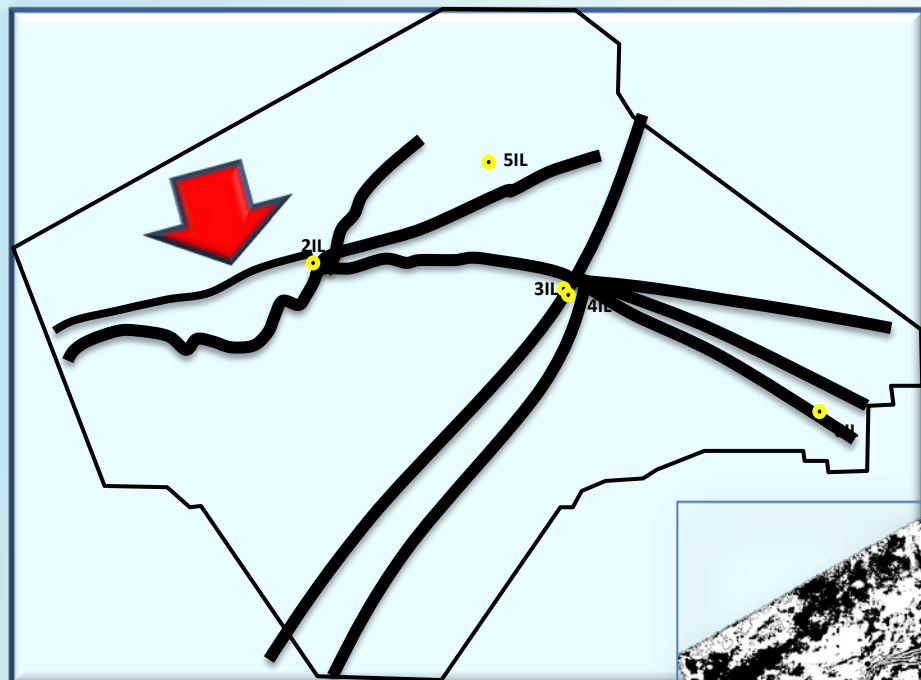
Исходная модель



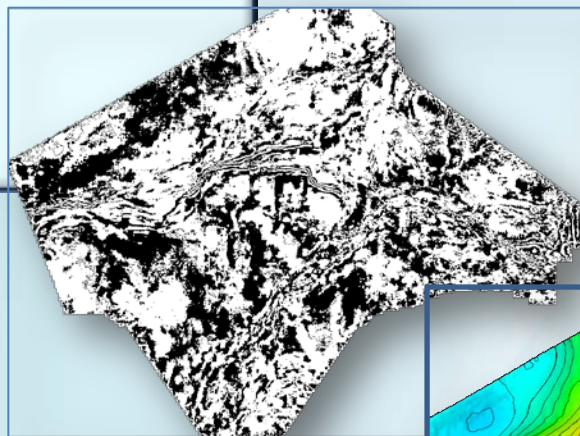
$VN1-50ms - VN1+50ms$



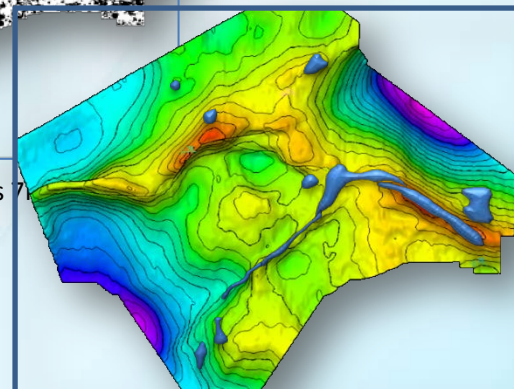
Фаза сжатия. Формирование структуры надвига



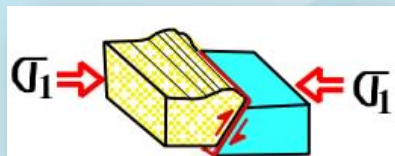
1 фаза надвига



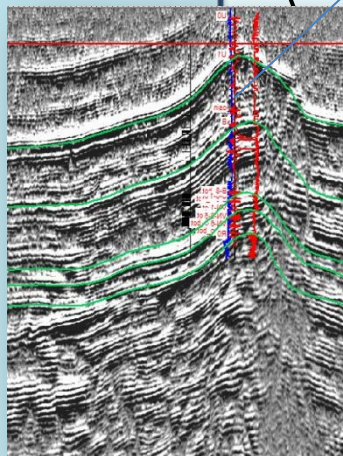
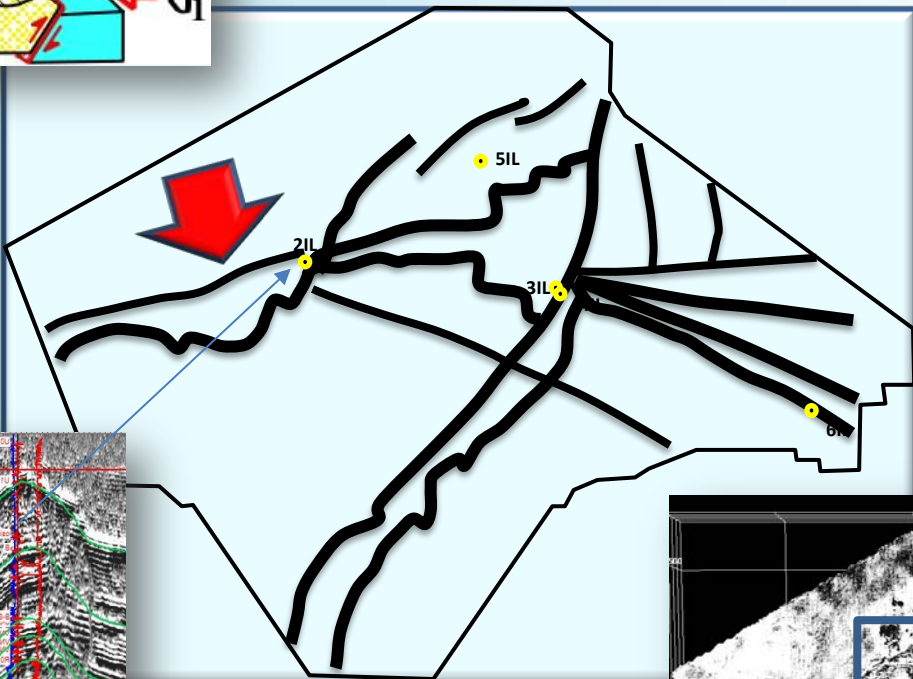
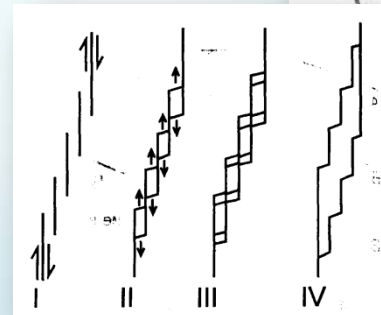
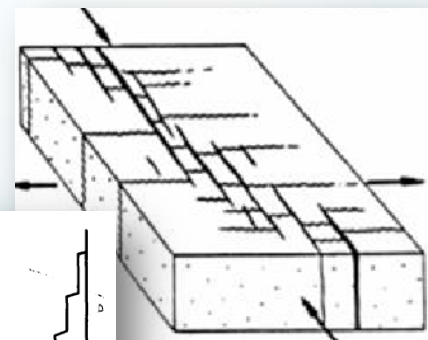
VN1-50ms – VN1+50ms



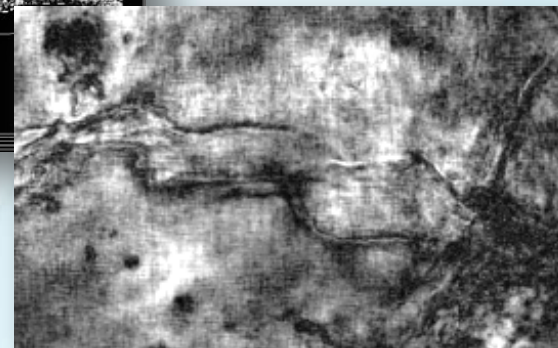
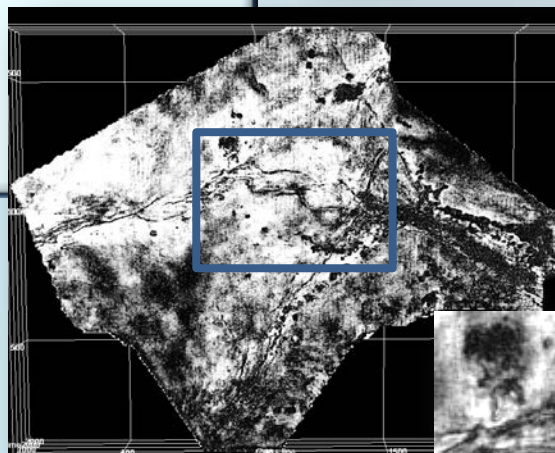
Фаза сжатия. Формирование структуры надвига и структур сдвиговых деформаций (эшелонированные сдвиги)



2 фаза надвига

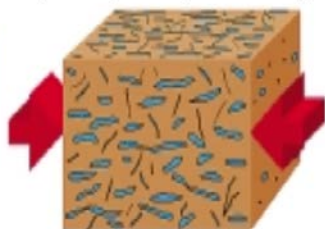


Влияние локального напряжения на характеристики естественных трещин



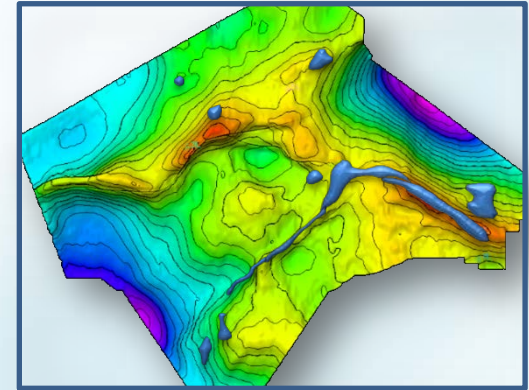
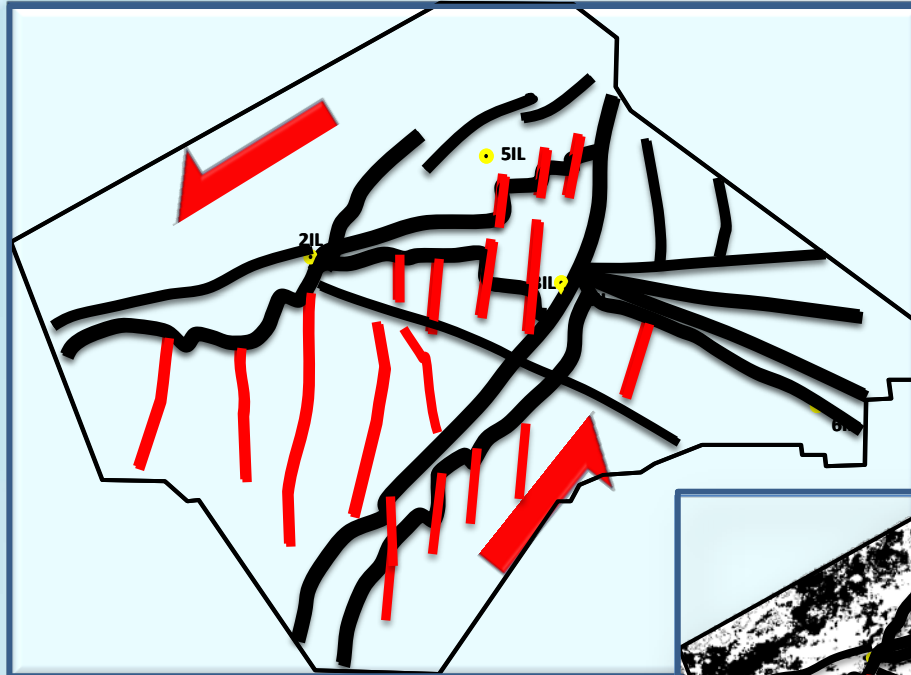
Порода в нормальном состоянии

Порода, подверженная горизонтальной деформации

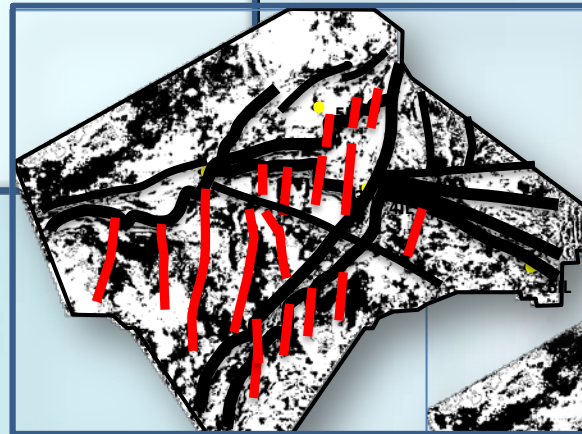


Фаза левостороннего сдвига. Формирование трещин скола, отрыва

транспрессия



Левосторонний сдвиг
(образование сколов и трещин
отрыва субмеридионального
простираия)



VN1-50ms – VN1+50ms 7F

Транспрессия — тектонический режим сочетающий условия сдвига и сжатия. Зоны транспрессии образуются в случае, если сдвиговая зона испытывает дополнительное боковое сжатие.

