

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра систем информатики

Специализация: Компьютерное моделирование

КОРРЕЛЯЦИЯ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ СКВАЖИН В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ RETREL

Научные руководители:

Лапковский В.В.

к.г.-м.н. ИНГГ СО РАН

Власов А.А.

к.т.н. ИНГГ СО РАН

Автор:

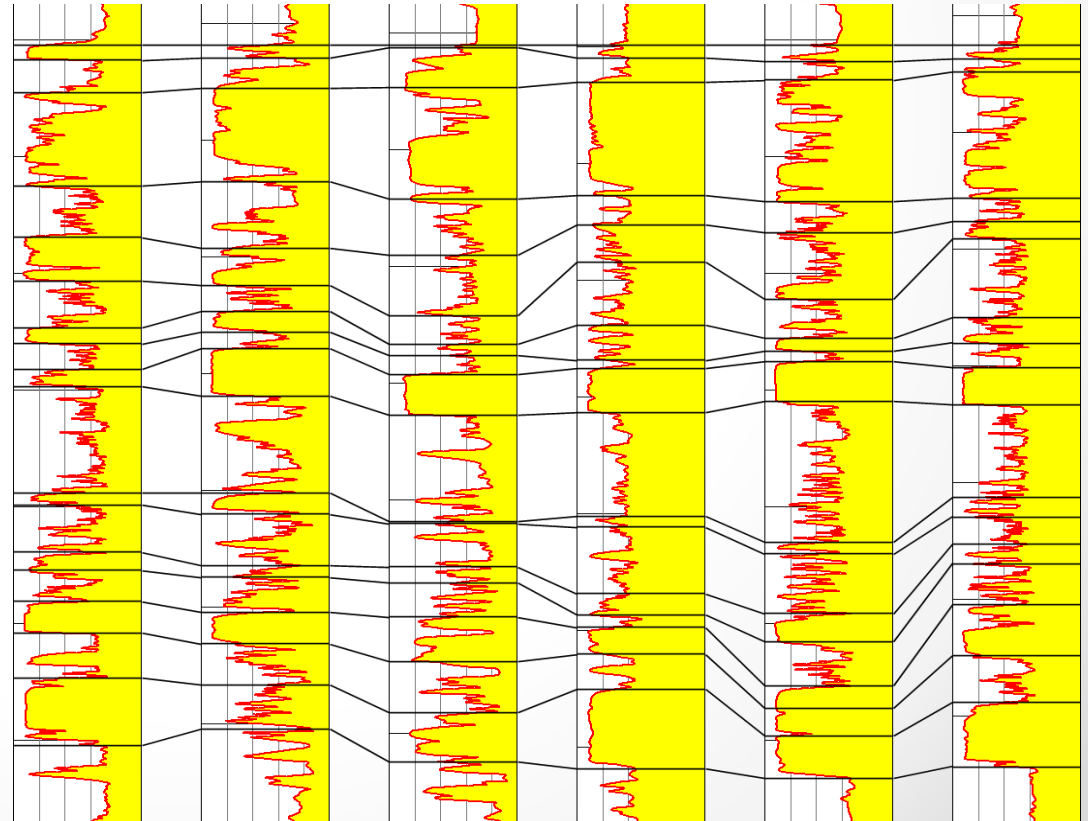
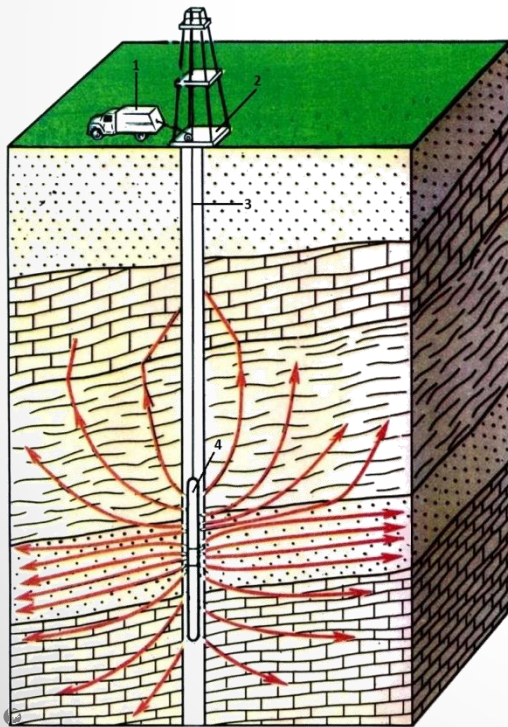
Бердов В.А.

ФИТ, 12225

НОВОСИБИРСК, 2014

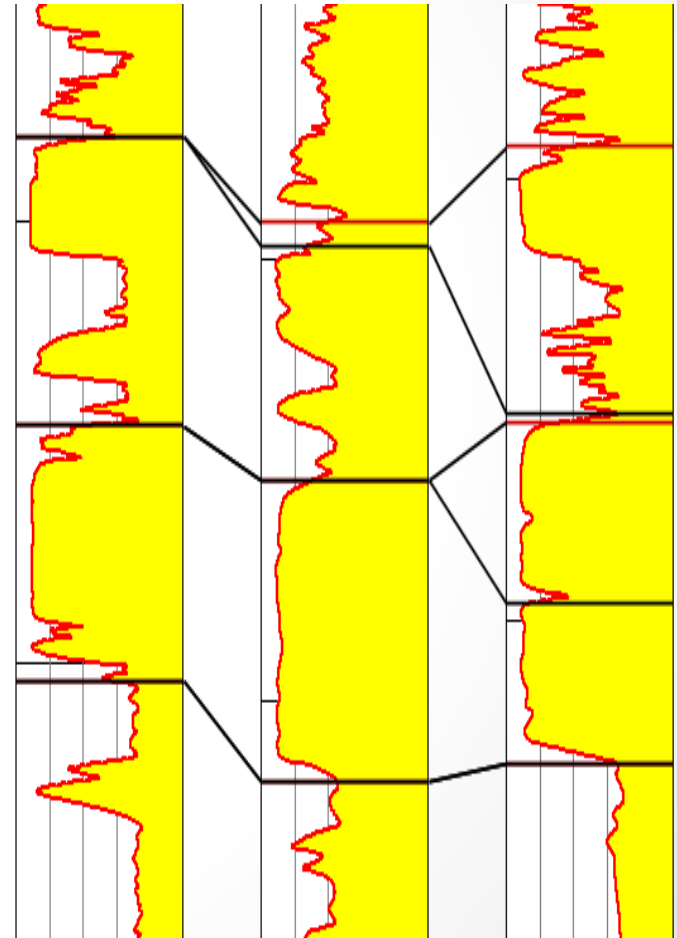
Корреляция скважин

- Решение задачи корреляции скважин сводится к выделению слоев разного состава на основе геолого-геофизических данных и сопоставлении разрезов скважин с целью идентификации этих слоев в различных скважинах.



Трудности построения корреляционной модели

- Большие объемы данных (десятки или сотни скважин)
- Ручное решение задачи корреляции
- Корреляционная модель должна учитывать порядок осадконакопления во всех скважинах
- Решение не всегда имеет не тривиальный вид
- Сложные геологические структуры



Программные решения

- В современном ПО практически не встречается алгоритмов по автоматической корреляции данных ГИС для набора скважин, и эта работа выполняется вручную
- Известные продукты с алгоритмами корреляции:
 - DV Geo, ЦГЭ
 - AutoCorr, РГУ нефти и газа им. Губкина



Программные решения

- Petrel – программный продукт компании Schlumberger, предназначенный для построения и визуализации единой геологической модели среди месторождения углеводородов.

Schlumberger



Petrel

Программные библиотеки
для расширения
функционала Petrel



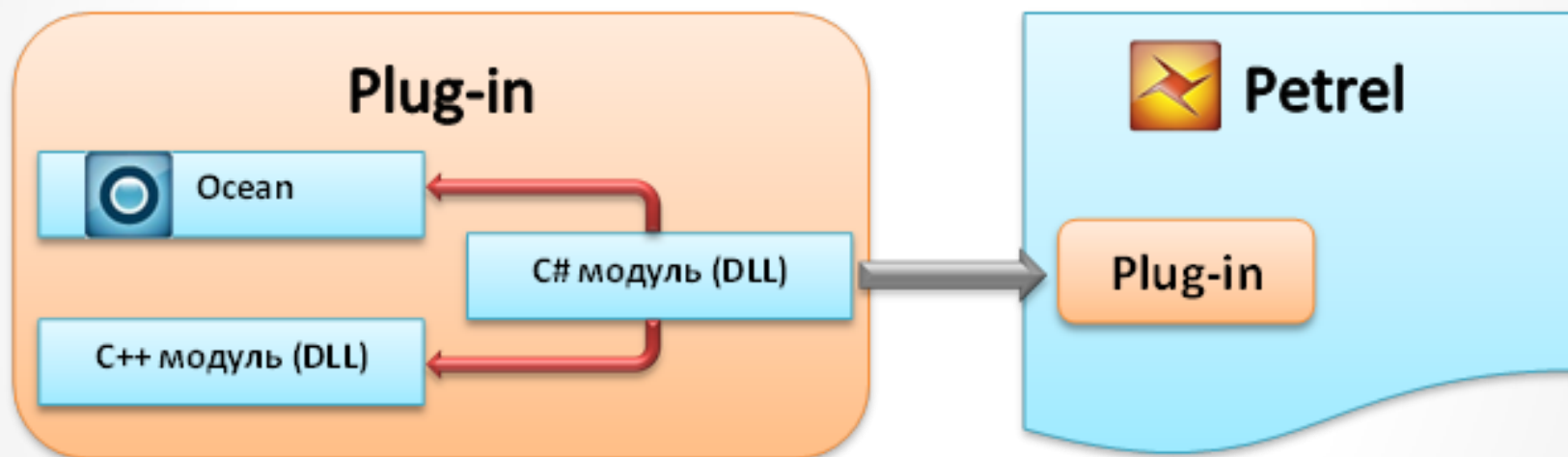
Ocean SDK

Цель работы

- Сократить время, затрачиваемое специалистами на этап построения корреляционных моделей для систем скважин, посредством создания программного расширения, интегрируемого в среду Petrel, предоставляющего пользователям необходимый инструмент для проведения корреляции данных ГИС в разрезах скважин в автоматическом режиме.



Структура программного решения

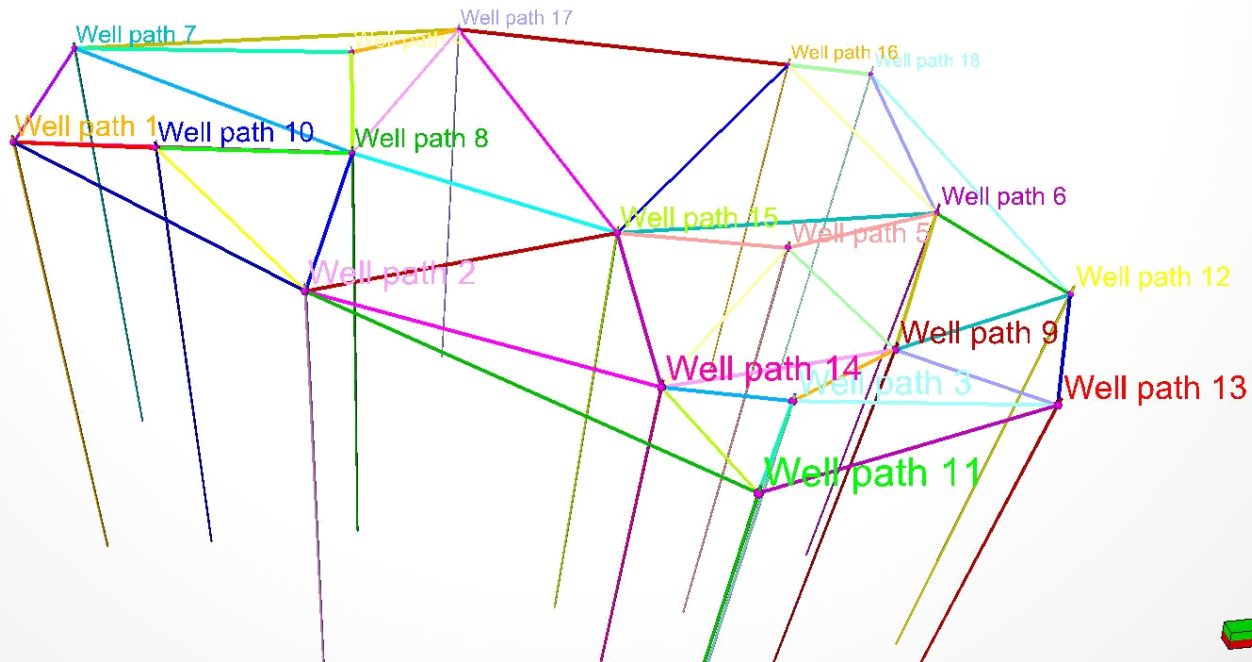


Функциональность программного решения

- В программном модуле реализовано два метода решения задачи корреляции
- Применение:
 - Построение корреляционной модели
 - Доопределение корреляционной модели
- Входные данные:
 - Скважины
 - Каротажные измерения в скважинах
 - Стратиграфические уровни (границы пластов породы)

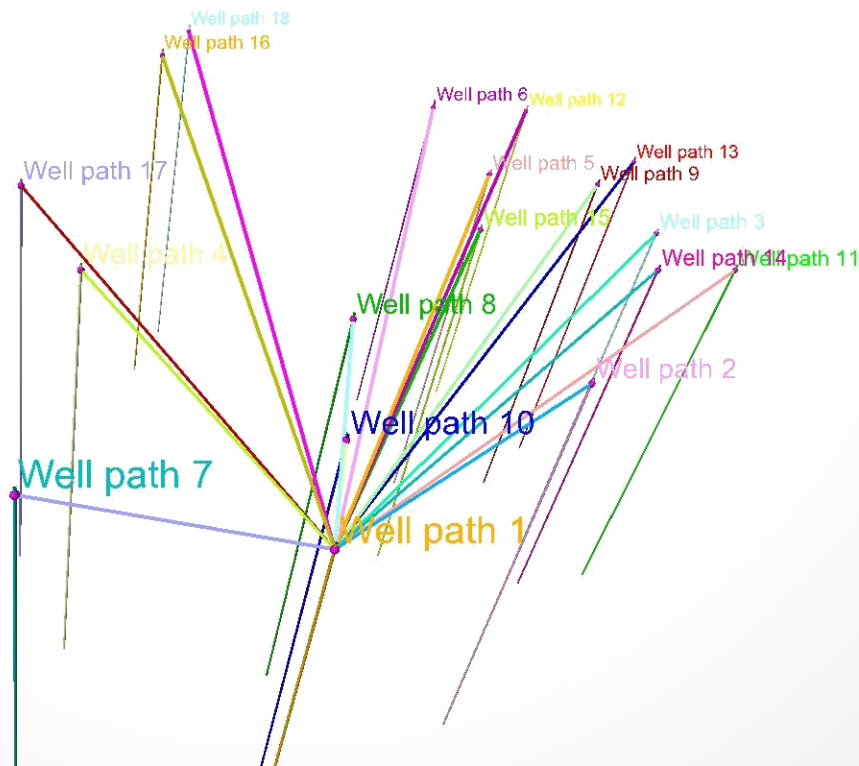
Построение наборов пар скважин

- Алгоритмы построения наборов скважин:
 - Триангуляционная сеть
 - Набор пар с опорной скважиной



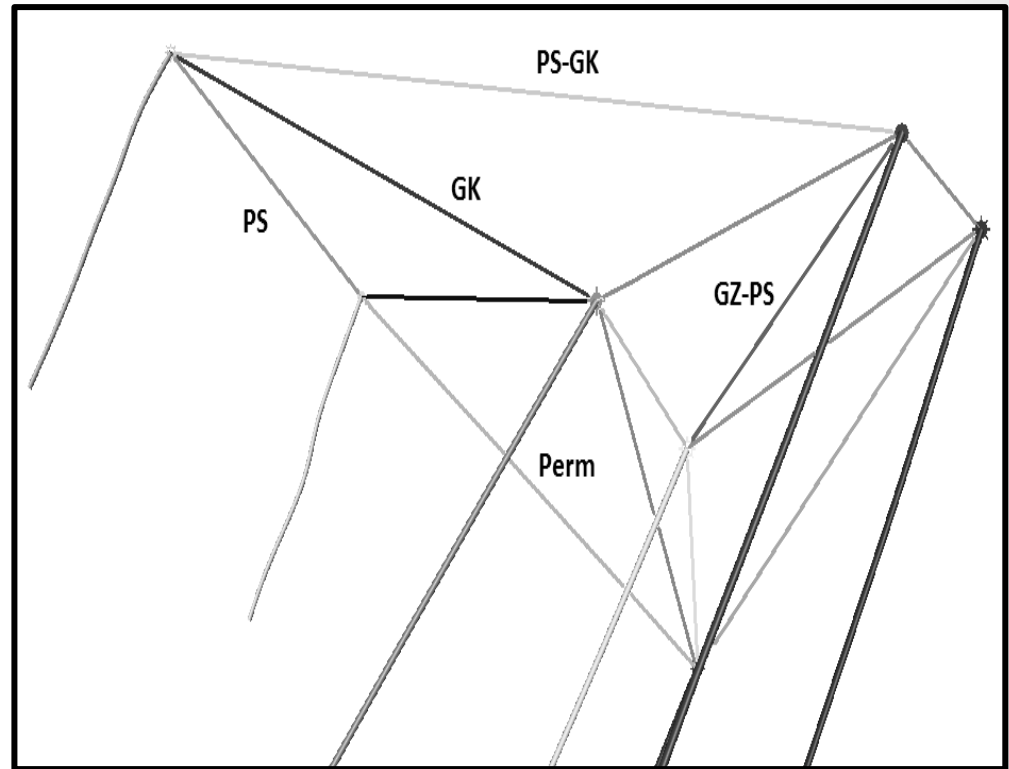
Построение наборов пар скважин

- Алгоритмы построения наборов скважин:
 - Триангуляционная сеть
 - Набор пар с опорной скважиной



Построение наборов пар скважин

- Алгоритмы построения наборов скважин:
 - Триангуляционная сеть
 - Набор пар с опорной скважиной
- Определяют скважины и методы ГИС для расчёта планшетов меры различия
- Общих методов ГИС в паре может быть больше одного
- Каждая пара может обладать уникальным набором общих методов ГИС



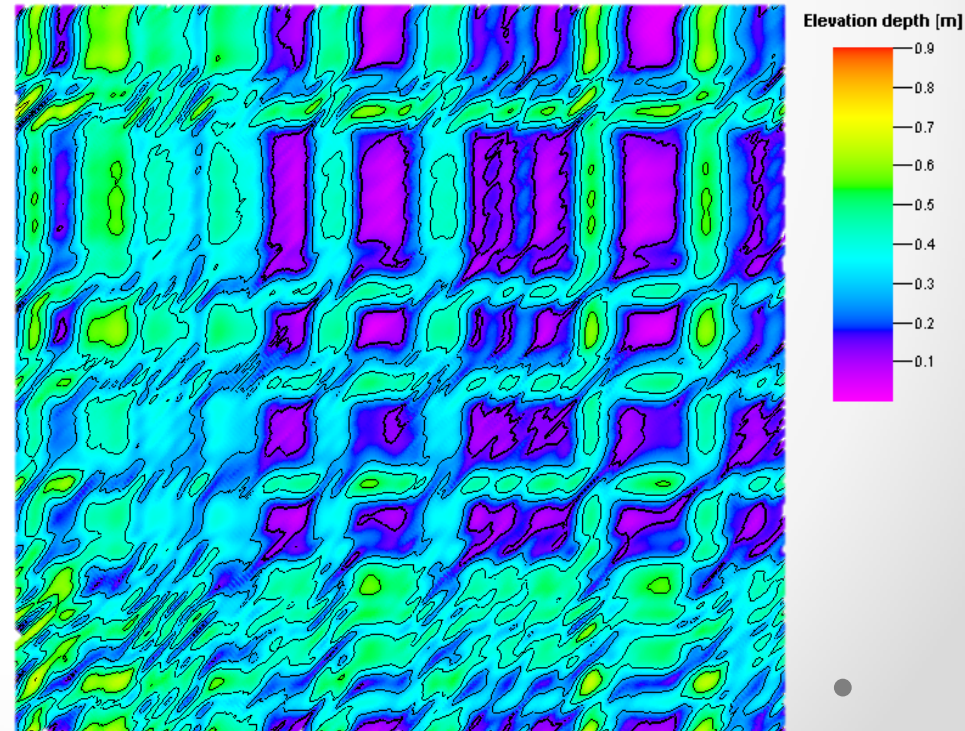
Генерация планшетов мер различия

- Использование планшетов мер различия Б. Жековского (1963 г.)
- Для расчета планшетов применяется одна из двух функций:

$$f_d(x_1, x_2) = \frac{\int_{-A/2}^{A/2} [w(s) * (g(x_1 + s) - g(x_2 + s))]^2 ds}{\int_{-A/2}^{A/2} (w(s)) ds}, \quad w(s) = e^{-s^2 / 2\sigma^2}$$

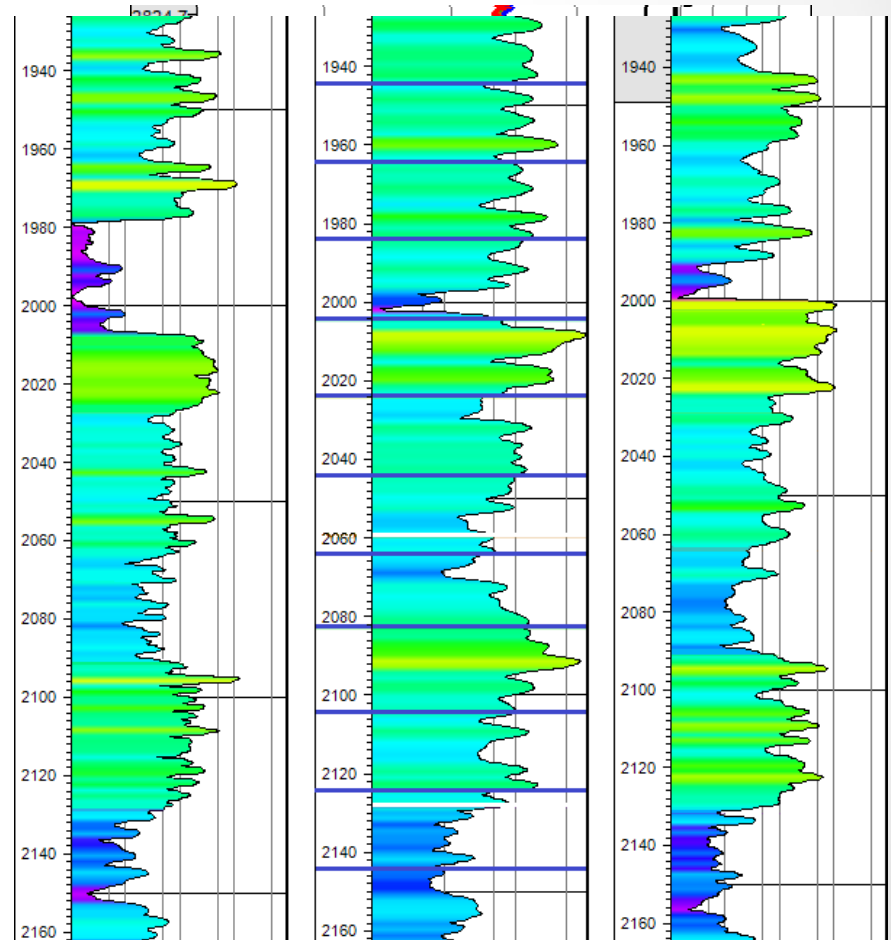
$$f_c(x_1, x_2) = \frac{1 - r(g(x_1), g(x_2))}{2}$$

- Планшеты нормированы в интервале от 0 до 1
- Возможно создание планшетов для нескольких методов ГИС
- Пользователь может задать шаг дискретизации планшета по осям X и Y



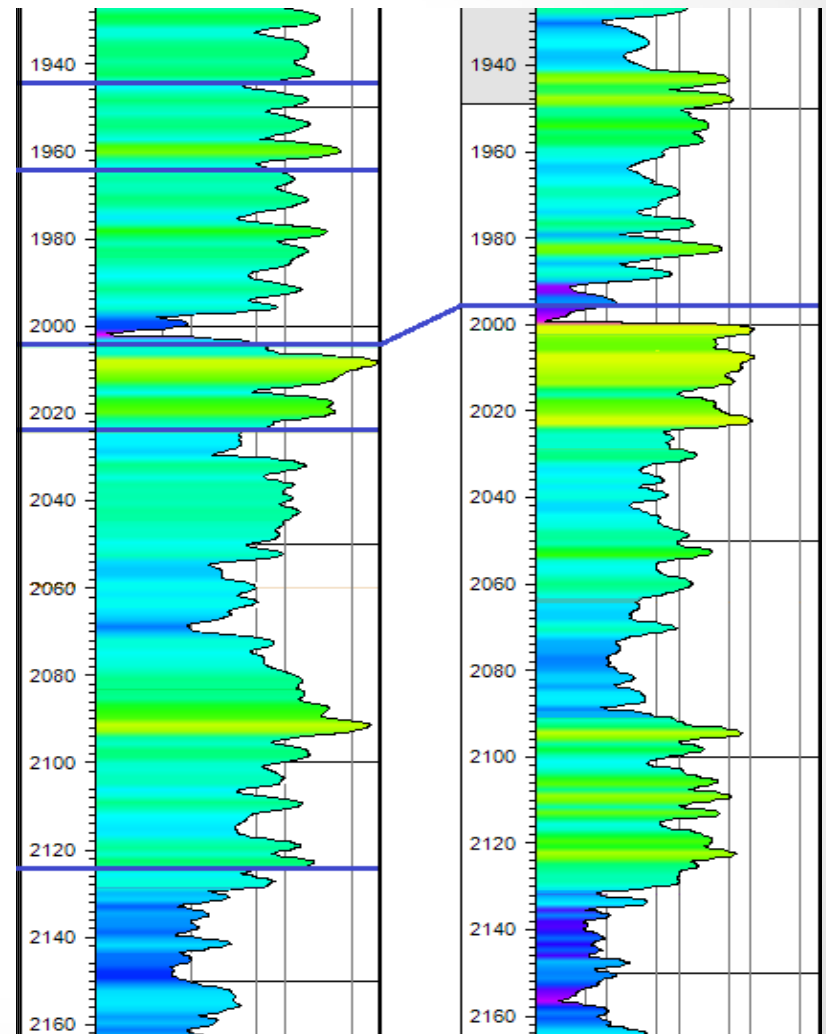
Расстановка границ

- Варианты получения границ для создания корреляционной модели:
 - Использование готового решения
 - Расстановка границ с заданным интервалом
 - Градиентный метод расстановки границ
 - Статистический метод расстановки границ
 - Равномерная расстановка границ по корреляционной кривой



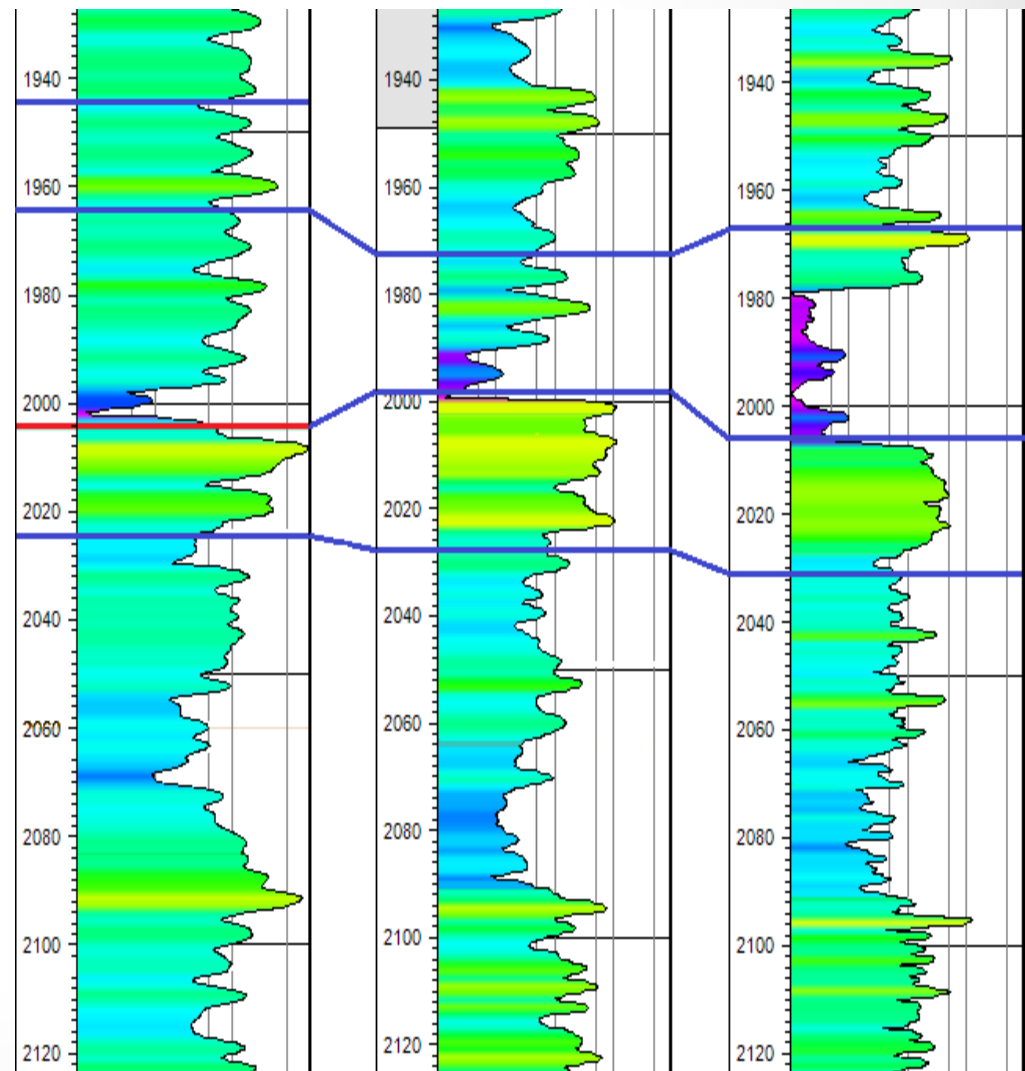
Построения корреляционной модели. Проективная модель Хейтса

- Общий вид алгоритма:
 - Выбираем n-границ
 - Независимо прослеживаем каждую границу
 - Выбираем лучшую и вносим в решение
 - Продолжаем до тех пор, пока не расставим все границы



Построения корреляционной модели. Проективная модель Хейтса

- Алгоритм прослеживания границы:
 - Находим соседнюю скважину из триангуляционной сети
 - Строим начальное приближение по модели Хейтса
 - Производим уточнение границы
 - Продолжаем до тех пор, пока не пройдем все скважины



Построение корреляционной модели. Корреляционная линия

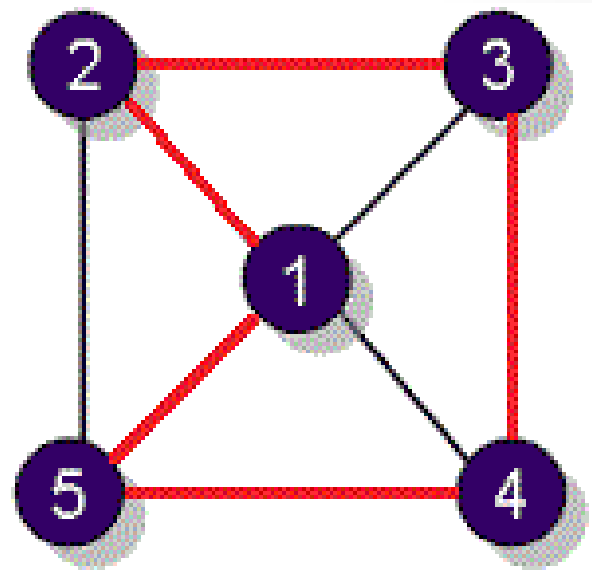
- Для нахождения корреляционной линии используются многомерные планшеты меры различия
- Для расчета планшета применяется одна из двух функций:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sqrt{\sum f(x_i, x_j)^2 * w_{ij}^2}$$

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \exp \left[\frac{\sum \lg(f(x_i, x_j)) * w_{ij}}{\sum w_{ij}} \right]$$

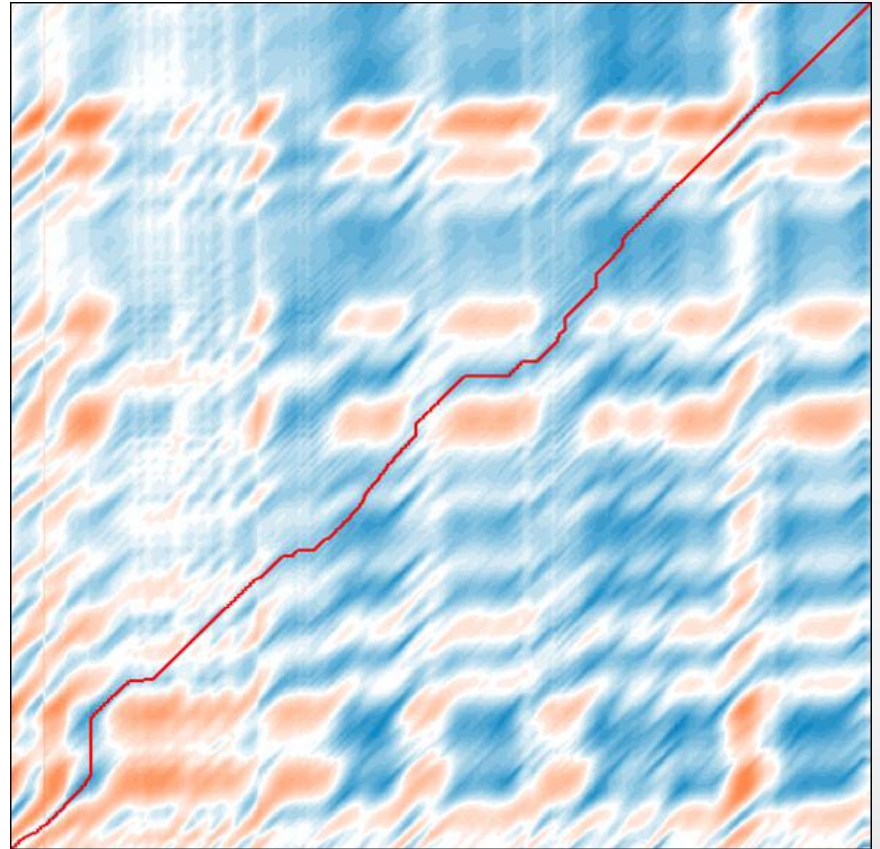
Построение корреляционной модели. Корреляционная линия

- Общий вид алгоритма:
 - Находим путь в сети через все вершины и выбираем первую
 - Для первого ребра находим оптимальную корреляционную линию
 - Строим многомерную карту сходства
 - Находим оптимальную корреляционную линию
 - Продолжаем до тех пор, пока не достигнем первой вершины



Построение корреляционной модели. Корреляционная линия

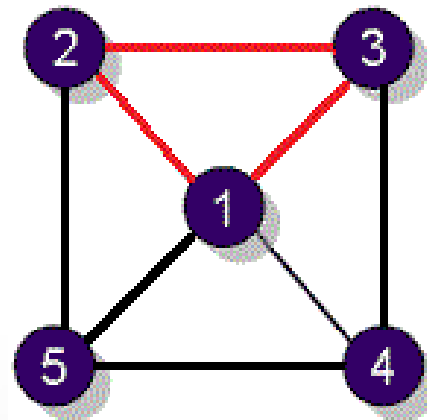
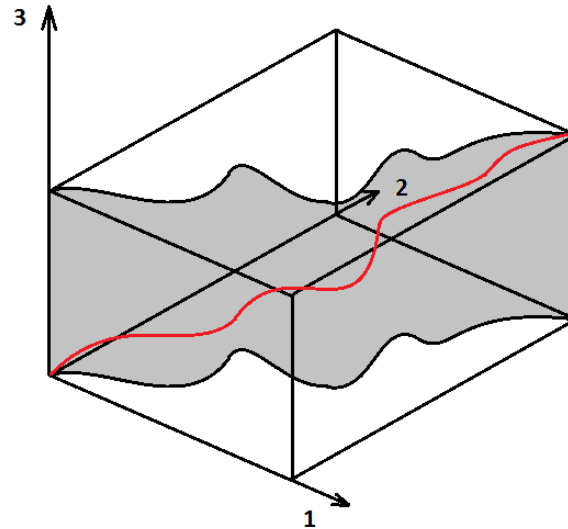
- Общий вид алгоритма:
 - Находим путь в сети через все вершины и выбираем первую
 - Для первого ребра находим оптимальную корреляционную линию
 - Строим многомерную карту сходства
 - Находим оптимальную корреляционную линию
 - Продолжаем до тех пор, пока не достигнем первой вершины



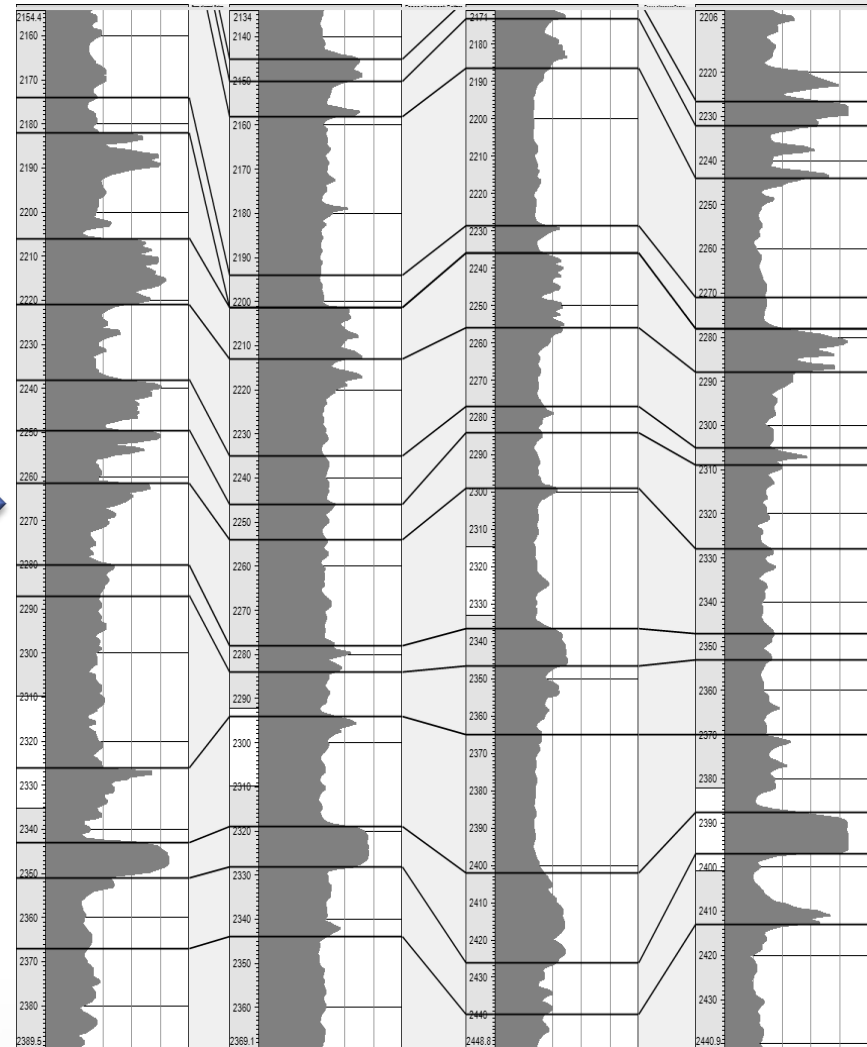
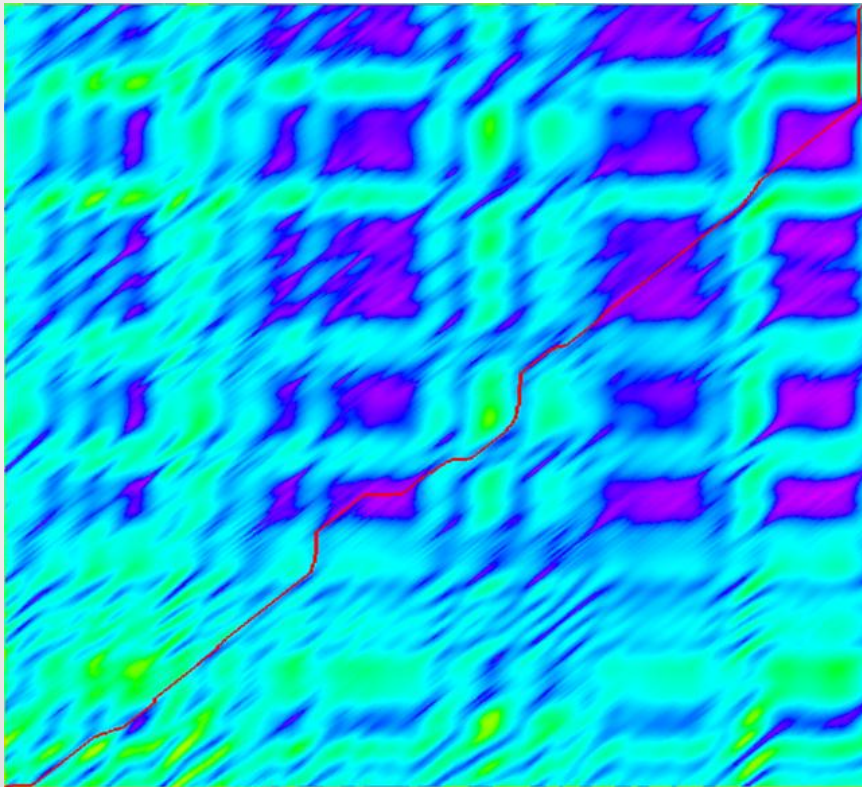
$$\int_L f(x_1, x_2) dL \rightarrow \min$$

Построение корреляционной модели. Корреляционная линия

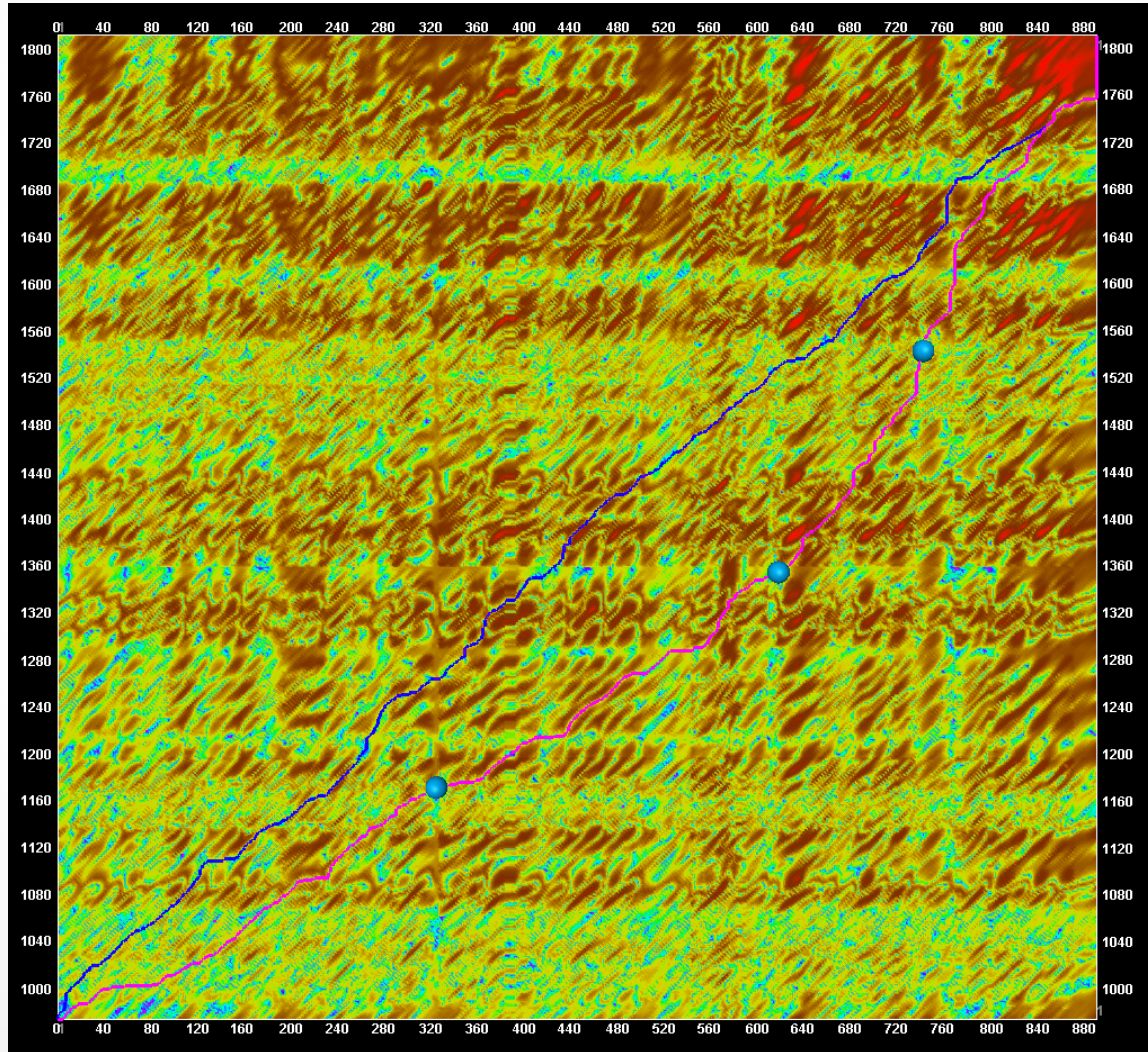
- Общий вид алгоритма:
 - Находим путь в сети через все вершины и выбираем первую
 - Для первого ребра находим оптимальную корреляционную линию
 - Строим многомерную карту сходства
 - Находим оптимальную корреляционную линию
 - Продолжаем до тех пор, пока не достигнем первой вершины



Построение корреляционной модели. Корреляционная линия



Построение корреляционной модели. Корреляционная линия



Заключение

- Разработан программный модуль интегрируемый в среду Petrel, предоставляющий пользователям продукта новый инструмент для построения корреляционных моделей.
 - Продукт обладает простой интеграцией в среду Petrel
 - Ускоряет решение задачи корреляции скважин
 - Вычислительный модуль может использоваться для интеграции в другие интерпретационные среды.
-
- Работа выполнена в рамках сотрудничества ИНГГ СО РАН с нефтесервисной компаний Schlumberger

Конференции и публикации



- Бердов В.А. Корреляция данных геофизических исследований для системы скважин. / Бердов В.А., Лапковский В.В. //Материалы 51-й Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии. 12-18 апреля 2013 г., НГУ, Новосибирск. – Новосибирск, 2013



- Бердов В.А. Метод автоматической корреляции разрезов скважин по геофизическим данным в программном комплексе Petrel. / Бердов В.А., Власов А.А., Лапковский В.В. // Гео-Сибирь 2013. Т.3. Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология: сборник материалов XI Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2013», 22-24 апреля Новосибирск – 2013.

Спасибо, за внимание!