

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/11\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/11_2018)

УДК 553.982(571.1)

**Лапковский В.В.**

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, lapkovskii@ipgg.sbras.ru

**Шмелев Н.Е.**

Новосибирский государственный университет (НГУ), Новосибирск, Россия, shmelevne@ipgg.sbras.ru

**Лунёв Б.В.**

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, lunevbv@ipgg.sbras.ru

**ОБОБЩЕННЫЙ ОБРАЗ СКВАЖИНЫ ПО КАРОТАЖНЫМ ДАННЫМ:  
ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ**

*По аналогии с методом обобщенного фотопортрета предлагается создание обобщенного образа определенного множества скважин по их каротажным данным. Совмещение отдельных скважин выполняется на основе корреляционной модели, которая позволяет установить в них наборы стратиграфически эквивалентных точек. Построение стратиграфической модели рассматривается как решение многомерной оптимизационной задачи. Обобщенный образ скважины позволяет количественно оценивать типичные характеристики свит и пластов, анализировать индивидуальные отклонения, свойственные отдельным районам или скважинам. На основании этого подхода возможно прогнозирование распределения свойств для проектируемых скважин и создание трехмерных моделей (кубов) свойств изучаемых объектов.*

**Ключевые слова:** автоматическая корреляция скважин, каротажные данные, метод обобщенного портрета, обобщенный образ скважины, прогнозирование разреза, кубы свойств.

**О методе обобщенного фотопортрета**

В работе «Composite portraits...»<sup>1</sup> Fr. Galton сформулировал метод составления обобщенного изображения человеческого лица по многочисленным фотографиям разных людей [Galton, 1879]. В основе метода обобщенного фотопортрета лежит совмещение отдельных изображений по характерным точкам. Fr. Galton использовал совмещение лиц по двум осям: одна из которых проходит через зрачки, а вторая ортогональна к первой оси и делит лицо пополам. Предложенный им подход реализован в программах обработки изображений и широко используется антропологами для выявления и визуализации групповых особенностей, а также морфологической изменчивости в группах людей [Перевозчиков, Маурер, 2009; Локк, 2011]. При этом для совмещения лиц используются сотни пар характерных точек [Perrett et al., 1994]. Обобщенными изображениями легко поделиться в отличие от мысленных обобщений.

---

<sup>1</sup> С полным текстом можно ознакомиться по ссылке <http://www.galton.org/essays/1870-1879/galton-1879-jaigi-composite-portraits.pdf>.

Подобные действия можно выполнять не только с изображениями лиц людей, но и с другими объектами. Важнейшим шагом при конструировании таких моделей является совмещение отдельных изображений по их характерным точкам. В данной статье рассматривается конструирование обобщенных образов каротажных записей скважин на примере верхнеюрских отложений Нюрольской впадины и обсуждаются некоторые задачи создания пространственных геологических моделей.

Суть подхода состоит в том, что различные скважины совмещаются по результатам автоматической корреляции данных каротажа, после чего их каротажные кривые суммируются с заданными весами.

### **Метод автоматической корреляции разрезов скважин на планшете Жековского и создание образа обобщенной скважины**

Несколько слов о том, что представляет планшет Жековского. Сравниваются две скважины по сходству какой-либо каротажной кривой. Пусть  $x$  – глубина некоторой точки из интересующего интервала первой скважины, а  $y$  – глубина некоторой точки во второй скважине. Берутся два «окна» шириной  $w$ , центр одного помещается в точку  $x$ , а другого – в точку  $y$ . С шагом  $dh$  выбираются значения каротажной кривой (для каждой скважины предварительно нормированные в диапазоне от 0 до 1), из этих окон и получается два ряда чисел длиной  $m = (\text{int}) w/dh$ ,  $\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_m)$  и  $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ .

Пусть

$$f(x, y) = f(\mathbf{a}, \mathbf{b}) \quad (1)$$

– некоторая функция, характеризующая величину различия векторов  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$ , значение которой считается мерой различия по данной каротажной кривой точек  $x$  и  $y$  этих двух скважин. Используются два вида функции  $f(x, y)$ , один - для вычисления расстояния между векторами, другой - для коэффициента корреляции. В первом случае рассчитывается величина  $\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i (a_i - b_i)^2}$ , где  $w_i$  вес  $i$ -той точки в каждом векторах, а во втором -  $\frac{1-r_{ab}}{2}$ ,  $r_{ab}$  - коэффициент корреляции векторов  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$ . Коэффициент корреляции вычисляется с учетом весов точек, точки находящиеся ближе к центру интервала имеют больший вес. При оценке различия фрагментов скважин по нескольким видам каротажа, получаемые по каждому виду каротажа значения функции расстояния суммируются с экспертно заданными весами.

Перебирая все значения  $x$  и  $y$  из установленного интервала корреляции и вычисляя для них меру различия, получается двумерное поле в прямоугольной области. Это и есть планшет Жековского. Любая точка на нем с координатами  $p_x$  и  $p_y$  представляет линию, которая соединяет в двух скважинах глубины  $p_x$  и  $p_y$ . Корреляционная модель – это набор дискретных

точек или линия на планшете Жековского, соединяющая два его угла. Если не допускается, чтобы в рамках одной модели границы слоев пересекались (исключая из рассмотрения сложные ситуации с опрокинутыми складками или надвигами), то для любых двух точек этой модели  $p^k$  и  $p^m$  должны выполняться условия: если  $p_x^k > p_x^m$ , то  $p_y^k \geq p_y^m$  и если  $p_y^k > p_y^m$ , то  $p_x^k \geq p_x^m$ . Линия, состоящая из таких точек, будет неубывающей.

Далее, если согласиться с тем, что слои воспринимаются таковыми потому, что породы, слагающие их похожи, то и корреляционная линия проводится по тем местам планшета Жековского, в которых различия между сравниваемыми скважинами минимальны. Это требование можно сформулировать как задачу оптимизации. Надо найти линию  $L$  на планшете, которая бы соединяла его углы и минимизировала бы некоторый функционал  $\Phi(L)$ . В качестве такого функционала предлагается использовать:

$$\left(\frac{\alpha}{P(L)} + 1 - \alpha\right) \int_L f(x, y) dL \rightarrow \min \quad (2)$$

где:  $\alpha$  - параметр от 0 до 1, а  $P(L)$  – длина линии  $L$ . При  $\alpha = 0$  минимизируется интеграл функции  $f(x, y)$  по линии  $L$ , а при  $\alpha = 1$  минимизируется среднее значений этой функции по  $L$ . При промежуточных значений  $\alpha$  ищется линия, минимизирующая взвешенную смесь этих двух критериев. Для решений с  $\alpha = 0$  характерны более спрямленные траектории, если  $\alpha = 1$ , то линия будет более аккуратно проходить по тальвегам. Собственно, задача нахождения оптимальной линии решается авторами с помощью волнового алгоритма Ли [Lee, 1961]. Эта линия  $L$  состоит из точек, которые представляют последовательный набор глубин в двух сопоставляемых скважинах. И с точки зрения полученной корреляционной модели эти глубины стратиграфически эквивалентны. Весь набор пар стратиграфически эквивалентных глубин, то есть всю линию  $L$  дискретизированную с некоторым шагом, используется как набор характерных точек, по котором совмещаются скважины для дальнейшего создания обобщенного образа.

На рис. 1 представлен пример вычисленной для каротажа ПС скважин **well 1** и **well 4** карты меры различия, а также две линии, минимизирующие функционал (2) со значениями  $\alpha = 1$  – розовая линия и  $\alpha = 0$  – черная линия.

На следующем рисунке (рис. 2) представлены корреляционные модели в традиционном представлении, полученные для этих двух скважин, и которые соответствуют розовой (левая пара) и черной (правая пара) линиям на рис. 1.

Представленные на рис. 2 решения несколько различаются, их отличия заметны в проведении горизонтов Н4, Н7 и Н8.

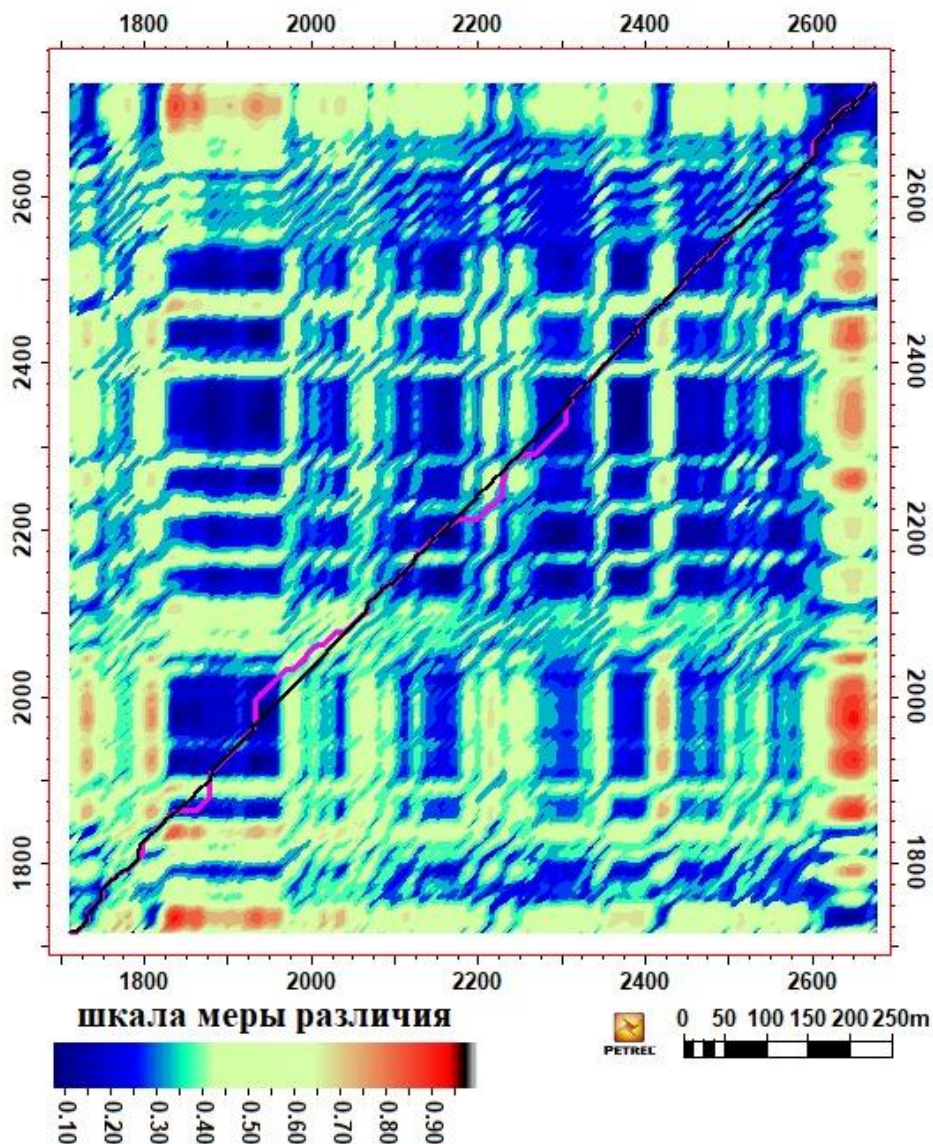
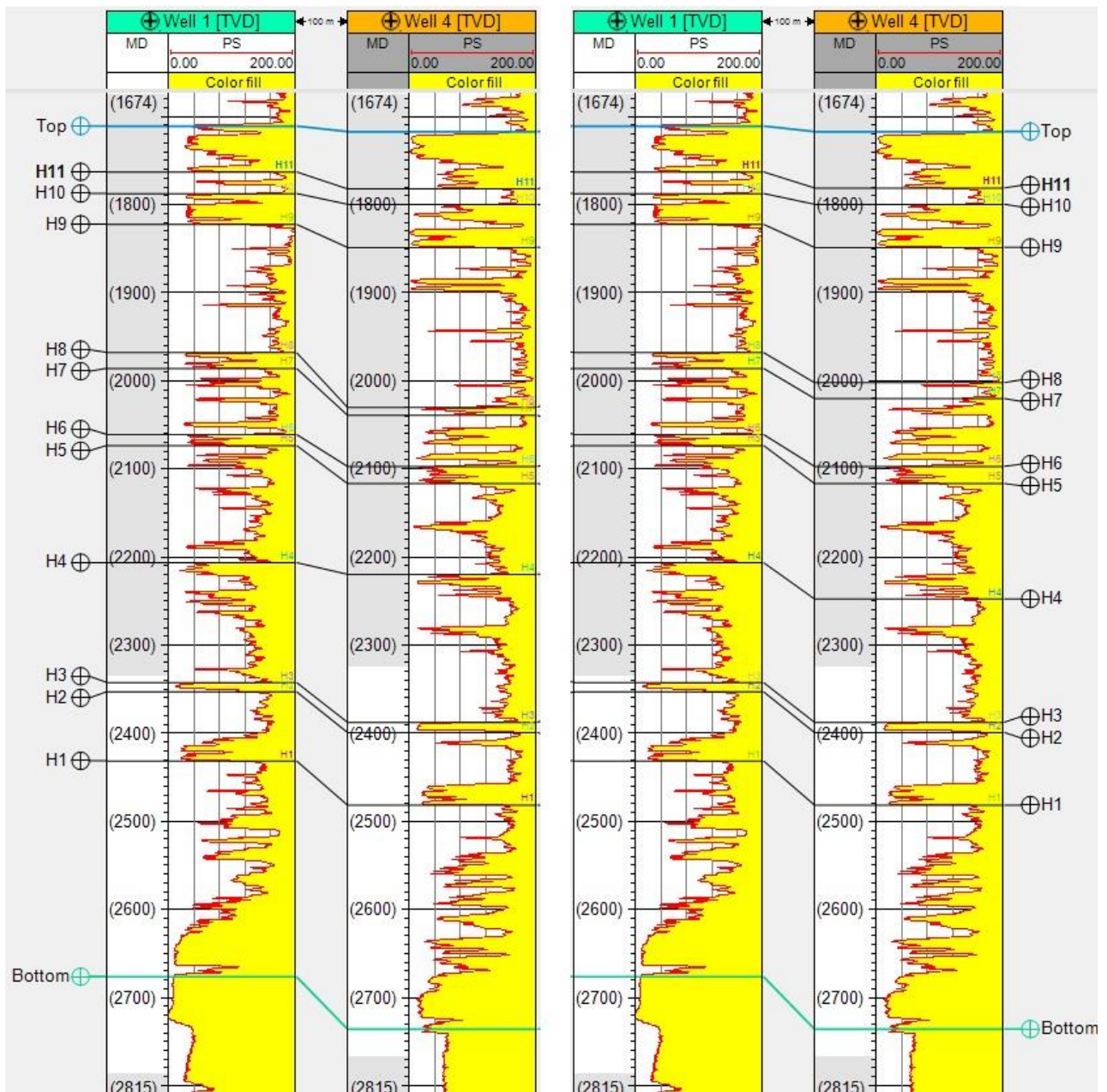


Рис. 1. Планшет Жековского (карта меры различия двух скважин) и оптимальные в смысле функционала (2) линии для параметра  $\alpha = 1$  – розовая линия и  $\alpha = 0$  – черная линия

Для корреляционной задачи важно, что оптимизационное решение неустойчиво. Могут возникать два (или больше двух) существенно разных по форме пути (варианта корреляции) с близкими значениями критерия оптимальности. При этом автоматически за «правильный» вариант корреляции принимается тот, у которого вычисленное значение функционала (2) оказывается меньше. Но если даже несущественно меняются параметры построения функции (1) или значение  $\alpha$  в выражении (2), то может оказаться, что лучшим будет уже другой путь. Поэтому в технологической реализации соответствующего продукта предусмотрена возможность принудительно указывать точки, через которые должна пройти линия оптимальной корреляции.



**Рис. 2. Корреляционные модели, полученные на основе нахождения линии минимизирующей функционал (2) с разными значениями параметра  $\alpha = 1$  – левая пара скважин и  $\alpha = 0$  – правая пара**

Что влияет на результат автоматической корреляции в большей степени? По опыту на результат в порядке убывания значения влияют:

1. выбор каротажных кривых, которые участвуют в вычислении меры различия (то есть веса кривых, если какая-то кривая не используется при получении результата корреляции, можно считать, что она имеет нулевой вес). При выборе этих каротажных кривых ориентируются на то, какие данные являются массово доступными, и на имеющийся опыт традиционного анализа ГИС данных для соответствующих отложений и района;

2. выбор для кривых функции расстояния. Это либо мера, основанная на

вычислении расстояния между сопоставляемыми каротажными кривыми, либо основанная на вычислении коэффициентов их корреляции. Опыт работы с каротажем реальных скважин показывает, что конфигурация областей меньших и больших значений поля различия сравниваемых скважин существенно зависит от выбора типа функции различия. Если она строится на вычислении коэффициентов корреляции, то возникает выраженная структура с субдиагональными аномалиями. Линия оптимальной корреляции, минимизирующая уравнение (2), также имеет более выраженную диагональную форму с относительно меньшей долей горизонтальных и вертикальных участков, которые соответствуют локальным выклиниваниям слоев. При использовании меры различия типа расстояние, напротив, возникают структуры аномалий в большей степени напоминающие «шотландку» и ей соответствуют оптимальные корреляционные решения с относительно большим количеством выклинивающихся пластов между сопоставляемыми скважинами;

3. параметр  $\alpha$  в формуле (2). Влияет на вид получаемого корреляционного решения. Оно характеризуется либо меньшей долей выклинивающихся пластов при  $\alpha = 0$  (в данном случае вычисляется интеграл, а он зависит от длины оптимальной линии), либо при  $\alpha=1$  минимизируется среднее значений этой функции по  $L$ , а оно не зависит от длины и, соответственно, это решение более склонно к появлению выклинивающихся пластов. Но в то же время оно более строго ориентируется области минимальных значений функции различия;

4. остальные параметры вычисления функции меры различия (ширина окна сравнения каротажных кривых, параметр, задающий изменение веса точек при их удалении от центра окна и др.) плавно влияют на большую или меньшую детальность получаемого корреляционного решения. Чем меньше размер окна и большая зависимость всех сравниваемых значений от их удаления от центра окна, тем более детальная модель получается. Однако, в погоне за детальностью можно получить негативный результат – реагирование корреляционной модели на случайные, зачастую единичные, отклонения корреляционных кривых.

В случае корреляции  $n$  скважин с использованием описанного подхода результатом является неубывающая кривая в  $n$ -мерном пространстве, каждая точка которой – вектор  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – глубины для каждой скважины, считающиеся стратиграфически эквивалентными. Для получения этого решения (нахождения линии в  $n$ -мерном пространстве) предложено использовать многомерную меру различия [Лапковский и др., 2015]. Из данной линии можно вычислить геометрию обобщенной скважины путем вычисления среднеарифметической (возможно с учетом неодинаковых весов) глубины последовательного набора из равноотстоящих друг от друга  $k$  точек (допустим 1000 точек). А для каждой из этих

точек также можно вычислить среднеарифметические значения (опять же с учетом весов) каротажных кривых, полученных с исходных скважин, в стратиграфически эквивалентных данной точке глубинах. Это приводит к созданию обобщенного образа группы из  $n$  скважин.

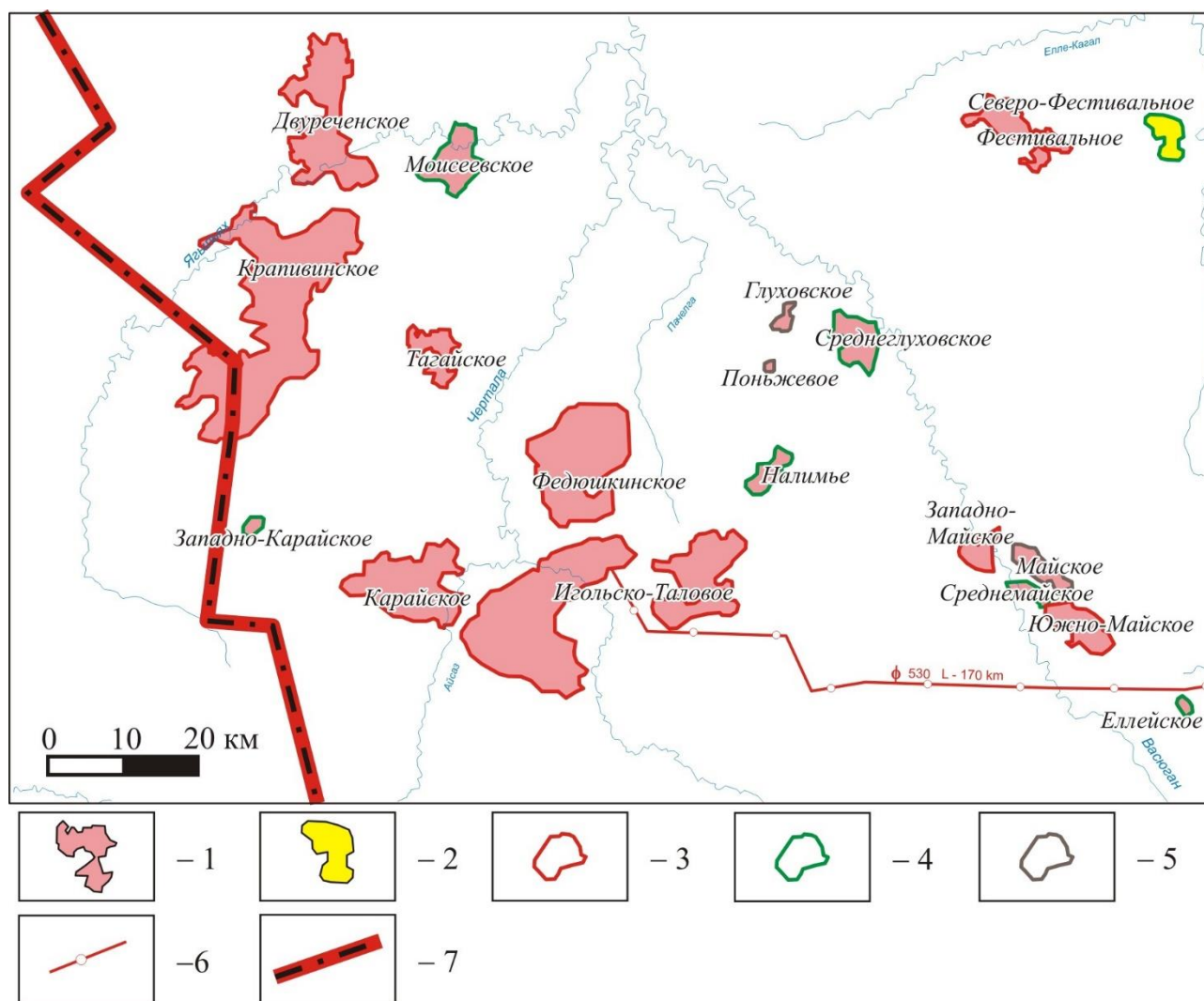
### **Задачи решаемые на основе создания обобщенной скважины**

Объектом, демонстрирующим некоторые возможности использования технологии создания обобщенного образа скважин, выступает разрез верхнеюрских отложения юго-западной части Нюрольской впадины в Западной Сибири. Его географическое положение показано на рис. 3. Авторами использованы материалы из базы данных ИНГГ СО РАН по 68 глубоким скважинам района, а также выполнено построение структурных карт для этих отложений по имеющимся сейсмическим данным. Для корреляции разрезов скважин взяты данные следующих видов каротажа: ГК (гамма-каротаж), КС (кажущееся сопротивление),  $\alpha$ ПС (альфа-функция от каротажа самопроизвольной поляризации), ИК (индукционный каротаж). Для всех задач (ниже рассмотрены четыре задачи) основой служила, полученная в соответствии с **методом автоматической корреляции разрезов скважин на планшете Жековского**, модель стратиграфического соответствия верхнеюрских отложений.

*1. Выявление общих свойств и индивидуальных особенностей поведения каротажных кривых для группы скважин.* На рис. 4 показаны каротажные диаграммы верхнеюрских отложений четырех скважин Глуховского месторождения, а также построенная по ним обобщенная скважина - правая часть рисунка. Для иллюстрации этой задачи Глуховское месторождение выбрано именно потому, что оно достаточно маленькое. В базе данных ИНГГ СО РАН по нему имеется 4 скважины, соответственно есть возможность показать каротаж каждой из них и результат их обобщения. Сверху вниз выделены по разрезу кровли следующих свит и пачек: баженовской, георгиевской, васюганской свит, кровля и подошва углистой пачки, нижеваюганской подсвиты, тюменской свиты. Обобщенная скважина в целом повторяет формы каротажных кривых объединяемых скважин. Индукционный каротаж характеризует только две скважины Глуховской площади, anomalно высокие значения индукционного каротажа характерны для георгиевской свиты и связаны с высоким содержанием глауконита в её породах. Эта особенность – соответствие anomalно высоких значений интервалу георгиевской свиты, выявляется и на обобщенной скважине. Во всех исходных скважинах, а также в обобщенной, в интервале баженовской свиты anomalно большие значения КС расположены со смещением вниз относительно аномалии ГК.

На следующем рисунке (рис. 5) показаны обобщенные скважины для всей Нюрольской впадины в целом и для отдельных площадей. Также проявляется особенность – смещение аномалии КС вниз по разрезу относительно ГК для всех площадей. Это смещение, по-

видимому, характерно для центральных районов Западной Сибири. Причины несовпадения аномалий ГК и КС для разрезов баженовской свиты могут быть связаны с минералогическими особенностями этих отложения. Исследованиями М.Ю. Зубкова установлено, что для тутлеймской свиты Красноленинского района, частично являющейся стратиграфическим аналогом баженовской свиты, выделяется верхняя пачка наиболее радиоактивных и в то же время низкоомных пород.

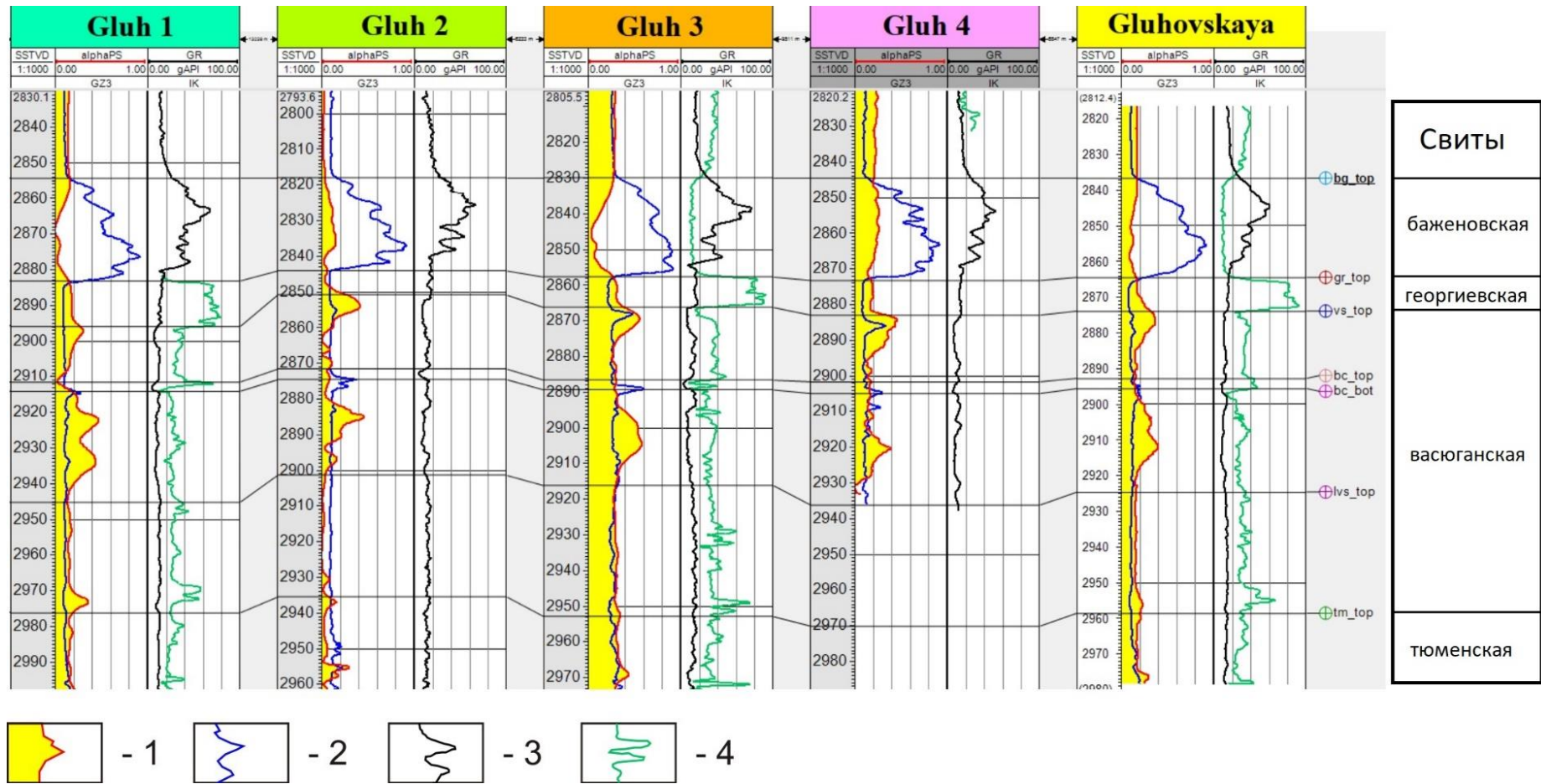


**Рис. 3. Месторождения углеводородов в юго-западной части Нюрольской впадины**

Месторождения: 1 – нефтяные, 2 – газовые, 3 – разрабатываемые, 4 – разведываемые, 5 – подготовленные к освоению; 6 – нефтепровод; 7 – административная граница.

Аномально низкие удельные электрические сопротивления этих отложений обусловлены присутствием значительного количества тонких субгоризонтальных прослоев пирита, весовые содержания которого в породе достигают 35-40% [Зубков, 2008]. Возможно, подобная причина отвечает за несовпадение аномалий ГК и КС и в Нюрольской впадине.





**Рис. 4. Каротаж скважин Глуховской площади и полученная для них обобщенная скважина**  
 1 – ПС; 2 – КС; 3 – ГК; 4 – ИК.

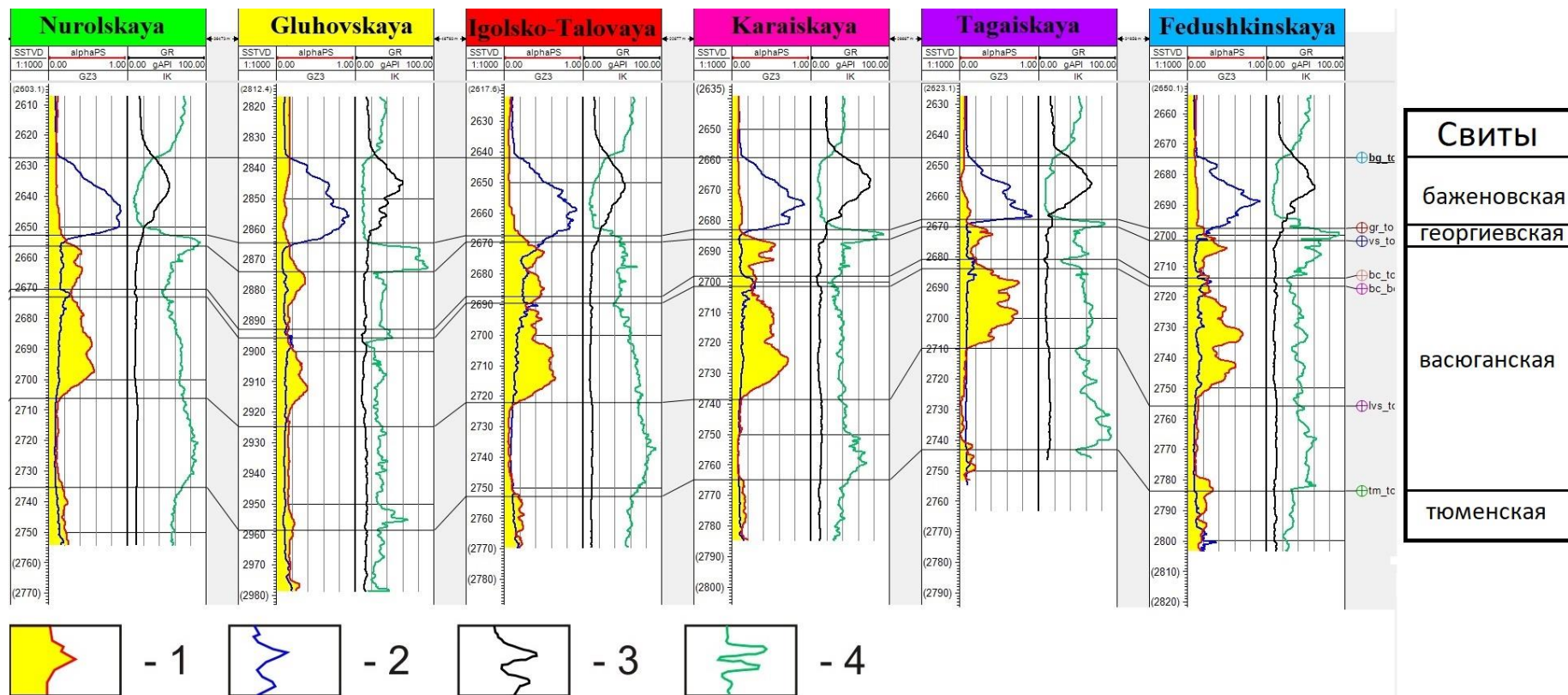


Рис. 5. Обобщенные скважины для Нюроловской впадины в целом (слева) и для её отдельных площадей: Игольско-Таловая, Глуховская, Карайская, Тагайская, Федюшкинская (следующие слева на право)  
 1 – ПС; 2 – КС; 3 – ГК; 4 – ИК.

Другая возможная причина несоответствия аномалий ГК и КС может быть связана с процессами миграции углеводородов. Аномалия ГК преимущественно обусловлена высоким содержанием урана в нерастворимой части органического вещества и пирролюзите [Зубков, 2015], а эти компоненты малоподвижны. В то же время, высокое сопротивление пород баженовской свиты может быть связано с присутствием жидких, соответственно, подвижных битумоидов, которые могли мигрировать сюда вверх по разрезу.

Также для площадей юго-западной части Ньюрольской скважины достаточно интересно поведение кривой индукционного каротажа в интервале георгиевской свиты (границы gr\_top и gr\_bot). Здесь для всех площадей, кроме Игольско-Таловой, происходит резкое увеличение значений, которое связано с наличием глауконита и пирита. Глауконит характерен для мелководных морских обстановок. На обобщенной скв. Игольско-Талового месторождения значения индукционного каротажа в области георгиевской свиты не превышают его уровня непосредственно над баженовской свитой и плавно снижаются вверх по разрезу васюганской свиты. Отсутствие значительной доли глауконита связано с уменьшением присутствия георгиевской свиты в этой части впадины, а также с особенностями осадконакопления отложений, залегающих непосредственно под баженовской свитой.

**2. Прогноз значений каротажных диаграмм и физических свойств проектируемой скважины.** При проектировании и подготовке бурения необходимо спрогнозировать разрез, который будет пройден будущей глубокой скважиной. Разумным решением представляется вычисление для точки заложения скважины её обобщенного образа на основании имеющихся поблизости скважин. Если в предыдущей задаче при построении обобщенного образа скважины в Ньюрольской впадине реальный каротаж учитывался с равными весами, то при моделировании образа разреза в конкретной точке следует с разными весами учитывать скважины, находящиеся на разном расстоянии от этой точки. В текущей реализации функция веса  $i$ -той скважины определяется как:  $1/R_i^2$ , где  $R_i$  – расстояние от точки прогноза до  $i$ -той скважины. Положение стратиграфических границ, положение экстремумов и характерных точек каротажных кривых прогнозной скважины может корректироваться с учетом имеющихся сейсмических моделей отражающих горизонтов для положения проектируемой скважины.

**3. Построение трехмерных моделей распределения литологических и физических свойств.** Если всю изучаемую территорию покрыть равномерной прямоугольной сеткой, затем для каждого узла этой сетки вычислить обобщенную скважину с учетом расстояний до реальных скважин и их весов, то полученная таким образом обобщенная скважина охарактеризует вертикальный разрез в конкретной точке с учетом стратиграфических отношений. Соответственно, на одинаковых глубинах по 3D сетке можно заполнить все

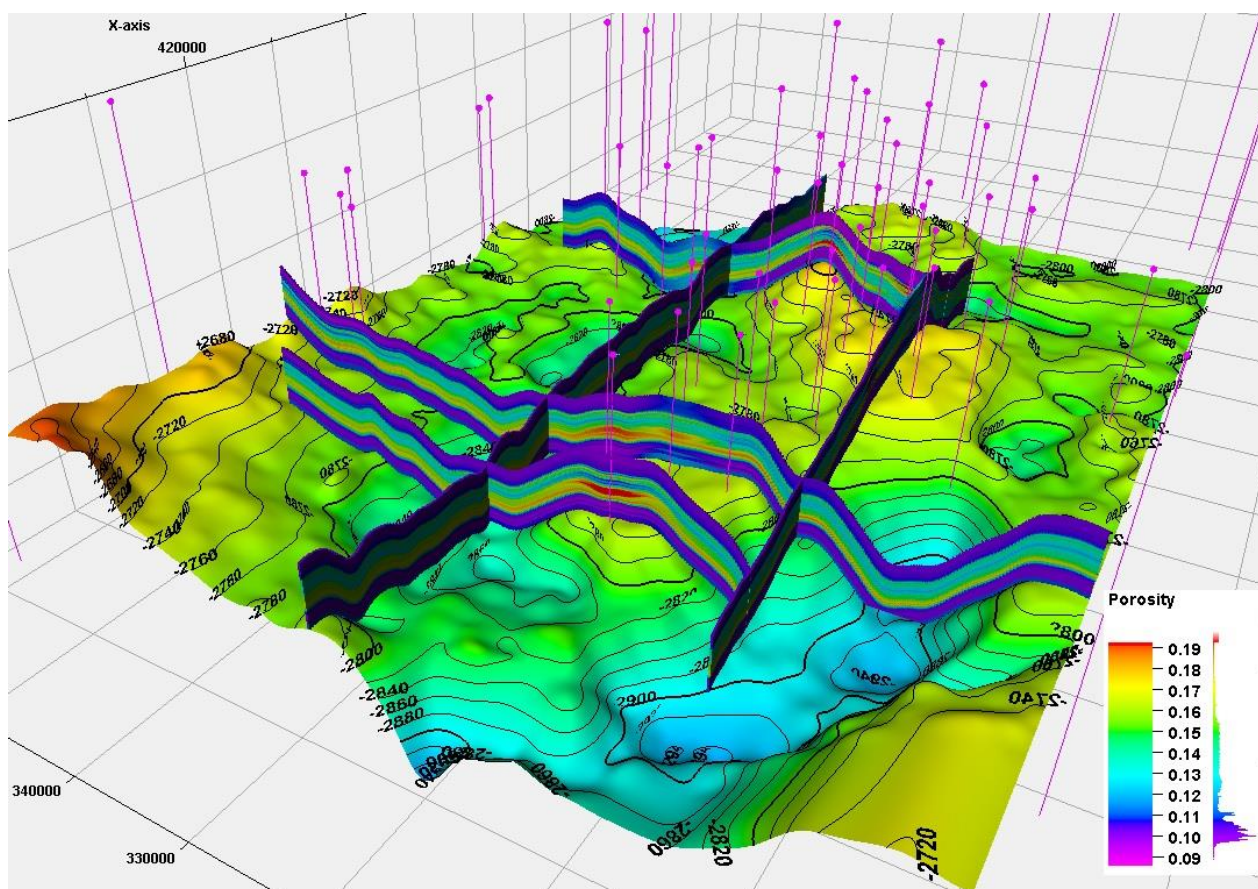
пространство спрогнозированными значениями каротажа. Этот куб может создаваться с корректировкой геометрии по надежным сейсмическим моделям. Далее можно вычислить производные свойства. Например, если известно регрессионное уравнение для коэффициента пористости от некоторых видов каротажа, то можно построить куб пористости интересующей области пространства.

Решение данной задачи сходно с построением кубов свойств с использованием программного обеспечения лидеров индустрии – Petrel Schlumberger или RMS Roxar. Важным отличием от существующих технологий является то, что в реализованном авторском процессе в автоматическом режиме создается и учитывается корреляционная модель. Чтобы получить качественные результаты при трехмерном моделировании, например в Petrel, необходимо задать разбиение скважин на зоны в рамках стратиграфической модели.

Авторами выполнен расчет кубов основных видов каротажа и пористости для верхнеюрских отложений юга-запада Нюрольской впадины с учетом сейсмических данных, а также для центральной части этой территории. При этом пористость рассчитывалась на основании уравнения линейной регрессии от значений  $\alpha$ ПС. Насколько известно, куб пористости для столь обширной площади построен впервые. На рис. 6 показаны несколько сечений этого куба. Визуализированы могут быть любые вертикальные, горизонтальные или наклонные сечения моделируемой области.

**4. Вычисление аномальных (локальных) характеристик разрезов скважин по отношению к фоновым и создание соответствующих трехмерных моделей.** При геофизических исследованиях скважин замеренные наблюдения иногда представляют как сумму фоновой и локальной компонент, то есть выделять аномалии в поведении некоторого параметра на фоне усредненных значений. Это делается, в частности, при исследовании распределения температуры в скважинах, локальные изменения позволяют судить о составе флюидов и их гидродинамическом режиме. Локальные аномалии дают возможность, например, четко сформулировать критерии прогноза оруденения по данным каротажа КС и ГК [Глушкова и др., 2016]. При этом обычно в качестве фоновой компоненты выступают усредненные в некотором окне значения соответствующего каротажа в скважине. Это позволяет выделять аномалии по разрезу конкретной скважины. Рассматриваемая задача состоит в том, что обобщенную скважину для определенной площади или нескольких площадей можно считать типичным или фоновым объектом, с которым сравниваются конкретные скважины. Для каждой скважины района, с учетом установленных стратиграфических отношений в каждой точке ее разреза, можно вычислить отклонение значений любого вида каротажа от тех, которые характеризуют обобщенную скважину. Таким образом, не только по разрезу, но и по площади вычисляются аномальные (локальные) по

отношению к фоновым значениям каротажных измерений. Для каждого стратиграфического уровня – набора стратиграфически эквивалентных точек, вычисляются собственные значения фоновой компоненты каротажа.



**Рис. 6. Куб пористости верхнеюрских отложений Нюрольской впадины, представленный набором сечений, и карта абсолютных отметок кровли тюменской свиты в районе Игольско-Талового месторождения**

Результат такой операции представлен на рис. 7, где в его левой части показаны отклонения каротажных кривых скв. Игольская 12 от обобщенной скважины, вычисленной для Игольской, Таловой, Карайской и Федюшкинских площадей. Точно также фоновые значения каротажа обобщенной скважины можно вычитать из рассчитанных значений трехмерных моделей, получая трехмерную модель распределения локальных компонент любого вида каротажа. В правой части рис. 7 показаны два ортогональных разреза, вырезанных из трехмерной модели, построенной для стратиграфического диапазона - от кровли баженовской свиты до кровли тюменской свиты. Выбранные разрезы пересекаются в районе скв. Игольская 12, на них отображена локальная компонента каротажа КС.

Описанные в статье постановка и решения задач машинной корреляции, создания моделей обобщенных скважин, прогнозирование проектных скважин и вычисление кубов свойств реализованы в виде плагина для интерпретационной среды Petrel Schlumberger.

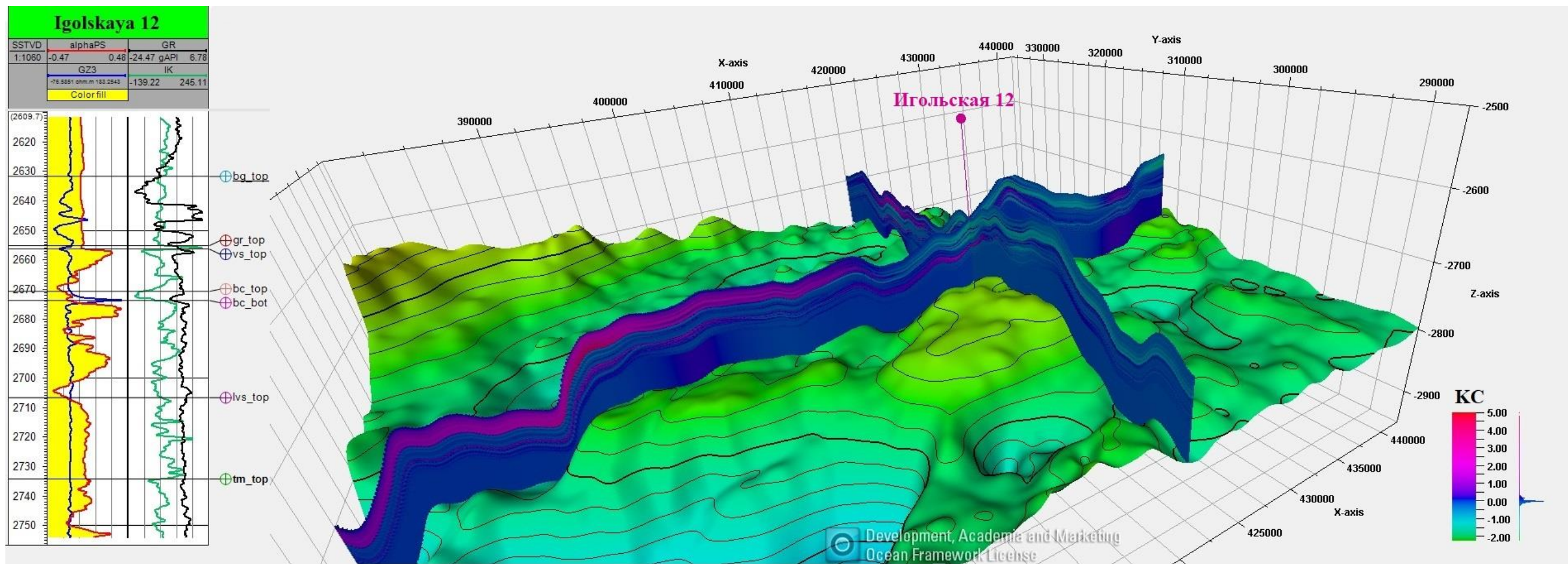


Рис. 7. Локальная компонента каротажных кривых для скв. Игольская 12 и два ортогональных разреза, пересекающие её и отображающие локальную компоненту каротажа КС

### Литература

*Глушкова Т.А., Лефтон О.Л., Талалай А.Г., Шинкарюк И.Е.* Технология совместного применения ГИС и экспресс-геохимии для поисков и прогнозирования медного оруденения // Успехи современного естествознания. – 2016. - № 9. – С. 112-116.

*Зубков М.Ю.* Кристаллографическое и литолого-петрофизическое обоснование электрических свойств минералов железа, глин и терригенных коллекторов (на примере пластов БВ<sub>8</sub> и ЮВ<sub>1</sub> Повховского месторождения. Часть 1) // Горные ведомости. - 2008. - № 11. - С. 20-32.

*Зубков М.Ю.* Особенности распределения урана в битуминозных отложениях баженовской свиты (Западная Сибирь) // Каротажник. – 2015. - № 5. – С. 3-32.

*Лапковский В.В., Истомин А.В., Конторович В.А., Бердов В.А.* Корреляция разрезов скважин как многомерная оптимизационная задача // Геология и геофизика. - 2015. - Т. 56. - С. 624-630.

*Локк К.Э.* Компьютерные методы суммирования изображений. Обобщенный и усредненный портреты // Вестник Московского университета. Серия XXIII Антропология 2011. - № 1. - С. 37–44.

*Перевозчиков И.В., Маурер А.М.* Обобщенный фотопортрет: история, методы, результаты. Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. - 2009. - № 1. - С. 35–44.

*Galton Fr.* Composite portraits, made by combining those of many different persons into a single resultant figure. The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. 1879, vol. 8, pp. 132-144. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2841021> DOI: <https://doi.org/10.2307/2841021>

*Lee, C.Y.* An Algorithm for Path Connections and Its Applications. IRE Transactions on Electronic Computers EC-10 (2), 1961, pp. 346–365.

*Perrett, D.I., May, K.A. & Yoshikawa, S.* Facial shape and judgments of female attractiveness // Nature. 1994. Vol. 368. P. 239–242. DOI: <https://doi.org/10.1038/368239a0>

**Lapkovsky V.V.**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, lapkovskiivv@ipgg.sbras.ru

**Shmelev N.E.**

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, shmelevne@ipgg.sbras.ru

**Lunev B.V.**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, lunevbv@ipgg.sbras.ru

### COMPOSITE WELL IMAGE FROM LOG DATA: TECHNOLOGY OF CREATION AND APPLICATION

*By analogy with method of the composite photo portrait, propose to create a generalized image of a certain set of wells from their log data. Superposition of individual wells is performed on the base of the correlation model, which allows to form a set of stratigraphically equivalent points. The construction of a stratigraphic model is considered as the solution of a multidimensional optimization problem. The composite well pattern allows quantifying the typical characteristics of formations and strata and analyzing the individual deviations specific to individual areas or wells. Based on this approach, it is possible to predict the distribution of properties for the projected wells and create three-dimensional models (cubes) of properties of the studied objects.*

**Keywords:** *automatic correlation of wells, well log data, composite portrait method, composite well, forecasting section of wells, cubes of properties.*

#### References

Galton Fr. Composite portraits, made by combining those of many different persons into a single resultant figure. The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. 1879, vol. 8, pp. 132-144. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2841021>. DOI: <https://doi.org/10.2307/2841021>

Glushkova T.A., Lefton O.L., Talalay A.G., Shinkaryuk I.E. *Tekhnologiya sovmestnogo primeneniya GIS i ekspress-geokhimii dlya poiskov i prognozirovaniya mednogo orudeneniya* [Joint technology of GIS and express geochemistry to search for and copper mineralization prediction]. Advances in current Natural Sciences, 2016, no. 9, p. 12-116.

Lapkovsky V.V., Istomin A.V., Kontorovich V.A., Berdov V.A. *Korrelyatsiya razrezov skvazhin kak mnogomernaya optimizatsionnaya zadacha* [Correlation of well logs as a multidimensional optimization problem]. Russian Geology and Geophysics, 2015, vol. 56, no 3, p. 487-492.

Lee, C.Y. An Algorithm for Path Connections and Its Applications, 1961, IRE Transactions on Electronic Computers EC-10 (2), pp. 346-365.

Lock Kr. *Komp'yuternye metody summirovaniya izobrazheniy. Obobshchenny i usrednenny portrety* [Computer methods of summation image. Composite portrait and average face shape]. MSU Vestnik. Seria XXIII. Antropologia, 2011, no. 1, p. 37-44.

Perevozchikov E.V., Maurer A.M. *Obobshchenny fotoportret: istoriya, metody, rezul'taty* [Composite photoportraits: history, methods, results]. MSU Vestnik. Seria XXIII. Antropologia 2009, no. 1, p. 35-44.

Perrett, D.I., May, K.A. & Yoshikawa, S. Facial shape and judgments of female attractiveness. Nature, 1994, vol. 368, p. 239-242. DOI: <https://doi.org/10.1038/368239a0>

Zubkov M.Yu. *Kristallograficheskoe i litologo-petrofizicheskoe obosnovanie elektricheskikh svoystv mineralov zheleza, glin i terrigennykh kollektorov (na primere plastov BV8 i YuV1 Povkhovskogo mestorozhdeniya. Chast' 1)* [Crystallographic, lithological and petrophysical bases of iron minerals, clays and terrigenous reservoirs electrical properties (by the example of BV8 and UV1 strata of povkhovskoye fields. Part 1)]. Gornye Vedomosti, 2008, no. 11, p. 20-32.

Zubkov M.Yu. *Osobnosti raspredeleniya urana v bituminoznykh otlozheniyakh*



*bazhenovskoy svity (Zapadnaya Sibir')* [Features of the distribution of uranium in bituminous sequences of the Bazhenov Formation (Western Siberia)]. Karotazhnik, 2015, no. 5, p. 3-32.

© Лапковский В.В., Шмелев Н.Е., Лунёв Б.В., 2018