

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНО-ДОБЫВАЕМЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД В ПОГЛОЩАЮЩИЕ ГОРИЗОНТЫ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Л.А.Марченкова

*СамГТУ,
Самара, Россия,
Larisa.mw@mail.ru*

Как правило, добыча нефти ведется с применением заводнения нефтяных пластов подтоварными водами. Объем полученных нефтепромысловых вод, используемых для заводнения, составляет 48-50%.

Проектом разработки нефтяных месторождений устанавливаются определенные объемы закачки для поддержания пластового давления. Недопустимость закачки воды при заводнении залежей сверх установленного проектом разработки объема связана с тем, что использование избыточного количества рабочего агента может привести к снижению нефтеотдачи пластов. Повышение текущего пластового давления на месторождениях, которое может превышать начальное давление, приводит к осложнениям при проведении текущего и капитального ремонта эксплуатационных скважин из-за необходимости их глушения глинистым раствором, а затем проведения дорогостоящих малоэффективных работ по восстановлению дебита скважин.

Химический и качественный состав попутных сточных вод предопределяет невозможность сброса их в поверхностные источники. Это обусловлено, тем, что сточные воды представляют собой высокоминерализованные рассолы с минерализацией до 281 г/дм³ содержанием хлоридов до 172 г/дм³, содержанием сероводорода и железа.

Кроме того, сточная вода может быть загрязнена нефтью, механическими примесями, продуктами коррозии, а также ингибиторами коррозии, деэмульгаторами. Технологии очистки сточных вод от солей, в частности, хлоридов, не существует. Поэтому сброс сточной воды в водоемы вызовет засоление воды и, как следствие, нарушение экологического равновесия.

Подтоварная вода, также, как и пластовая, кроме шестикомпонентного макросостава, может содержать промышленно-значимые компоненты, в число которых входят бром, йод, стронций, рубидий, калий, цезий, литий, германий. Однако технология извлечения компонентов из промышленных вод ориентирована на создание длительно работающих производств (не менее 20-30 лет) и с объемом переработки не менее 250 тыс. м³ в год и с комплексным извлечением всех полезных элементов. Таким образом, сточные воды не представляют интереса, как минеральное сырье. И это служит еще одним доводом для утилизации избытка сточных вод в поглощающие горизонты.

Сточные воды нефтяных месторождений, также, как и пластовые, характеризуются содержанием микроэлементов, к которым относятся тяжелые металлы, последние, в свою очередь, входят в так называемые токсикологические и органолептические показатели воды, определяющие безопасность, безвредность и вкусовые качества воды, используемой в питьевых целях.

Основными критериями для выбора пласта-коллектора с целью захоронения сточных вод являются следующие:

–надежная изоляция поглощающих горизонтов выдержанными по мощности, регионально протяженными водоупорами от вышележащих водоносных горизонтов зоны активного водообмена, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

–поглощающий горизонт должен иметь повсеместное распространение и выдержанную мощность;

–пласт-коллектор должен обладать достаточной водопроницаемостью, обеспечивающей продолжительную приемистость поглощающих скважин и экономически эффективный сброс заданного количества стоков;

–подземные воды поглощающего горизонта не должны быть пригодны для лечебных целей, хозяйственно-питьевого водоснабжения и извлечения из них полезных компонентов;

–совместимость пластовых вод и пород поглощающего горизонта с утилизируемыми водами при исключении образования нерастворимых осадков;

–отсутствие тектонических нарушений в зоне залегания поглощающих горизонтов;

–поглощающий горизонт в радиусе 20-30 км от полигона утилизируемых стоков не должен выклиниваться или иметь выходы на поверхность.

Определяющим моментом для окончательного выбора того или иного пласта-коллектора на нефтяном месторождении является химическая совместимость подземных вод поглощающего горизонта с закачиваемыми в него водами и совместимость последних с водовмещающими породами, а также положение поглощающего горизонта по отношению к разрабатываемым залежам нефти по глубине, его емкостные и коллекторские свойства.

Кроме того, при выборе пласта-коллектора учитываются экономические факторы, поскольку этот поглощающий комплекс расположен выше по разрезу большей части нефтяных залежей и в качестве поглощающих могут использоваться скважины нагнетательного и эксплуатационного фондов.

Таким образом, необходимость и целесообразность сброса сточной воды в поглощающий горизонт обуславливается следующими факторами:

- закачка избыточного объема воды сверх установленного проектом разработки для ППД осложняет эксплуатацию скважин и может привести к снижению нефтеотдачи;

- отсутствие технологии очистки сточных вод от растворенных солей (до 280 г/дм³), в том числе хлоридов (до 172 г/дм³);

- некондиционность сточной воды по полезным компонентам для использования ее в качестве природного сырья с целью извлечения брома, йода, стронция, калия, лития, германия;

- близость значений по содержанию растворенных солей, в т.ч. хлоридов, микроэлементов закачиваемой сточной воды и вод поглощающих горизонтов;

- глубокое залегание водоносного комплекса поглощающего горизонта и изоляция его от вышележащих водоносных горизонтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков. Под ред. В.А. Грабовникова. М., Недра, 1993 г.

2. Методические рекомендации по геохимическому изучению загрязнения подземных вод. ВСЕГИНГЕО, М. 1991 г.

3. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды». ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект», Москва, 2000 г.

4. РД 39-0147098-018-90. Методические указания по составлению раздела охраны природы в проектах на строительство нефтегазопромысловых объектов и обустройство нефтяных месторождений.

УДК 519.223.5 : 519.246.85

СПОСОБ АППРОКСИМАЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ПИКОВ

С.А.Корчагин, А.В.Песков

*Самарский государственный технический университет
Самара, Россия*

Аннотация:

В представленной работе замечено, что принятая (изложенная в ряде руководств по регрессионному анализу) процедура нелинейного регрессионного анализа, может быть дополнена, с целью получения уточняющей информации. Сделан вывод о полезности использования связи

между прямой и обратной функциями в модели, имеющей дело с аппроксимацией уравнения регрессии аналитической зависимостью. Предложенная процедура одновременного подбора прямой и обратной зависимостей позволяет улучшить результаты, получаемые методом наименьших квадратов. Этот вывод может найти применение в различных областях исследований при корреляционном анализе данных.

Отмечены сходство и различие в результатах при применении предложенной методики, и метода наименьших полных квадратов. Показано также, что применение описанной здесь методики дает лучшие результаты, чем применение обычного метода наименьших квадратов не только в случае малых экспериментальных статистик, но и в случае достаточно большой статистики, характерной для измерений рентгеновских пиков, получаемых при изучении минерального состава горных пород.

Ключевые слова: обработка данных; корреляционные связи; регрессионный анализ; кривые регрессии; линейная регрессия; нелинейная регрессия, рентгеновские пики.

Введение

Изучение тонкой внутризерновой структуры в материаловедческих исследованиях связано с определением блоков мозаичности и напряжений 2 рода [1]. Одним из основных методов рентгеновских исследований кристаллической структуры является интегральный метод, основанный на определении ширины дифракционного пика. Уширение дифракционных пиков связано с дефектами кристаллического строения и обусловлены малостью размеров областей когерентного рассеяния $-D$, микродеформацией кристаллической решетки, дефектами упаковки. Полуширина пика определяется из зависимости $B = s / I_{\max}$, где s -площадь дифракционного пика, I_{\max} - интенсивность дифракционного пика в максимуме.

Выбор функции для аппроксимации профиля линии вносит определенную погрешность в расчет значений блоков мозаики и микроискажений. Экспериментальный профиль лучше всего описывается суперпозицией функции Коши и Гаусса - функцией Фойгта .

Аппроксимация рентгеновских линий функцией Фойгта применяется в полнопрофильном анализе по методу Ритвельда для определения содержания минеральных фаз в порошковых пробах. Метод реализуется с применением специализированных программ на высококачественных дифрактометрах. Целью нашей работы была проверка возможности создания программы аппроксимации профиля рентгеновских линий функцией Фойгта по экспериментальным данным полученным на отечественном дифрактометре ДРОН для дальнейшей экспрессной оценки размеров блоков мозаики и микроискажений.

Для подбора оптимальных значений параметров у функции псевдо-Фоишта, (т.е. аппроксимации экспериментальных рентгеновских пиков) применяется методика, которая обсуждалась в работе [2]. Такой подбор параметров является частным случаем регрессионного анализа (РА).

В общем случае, при РА, в двумерной модели, строится пара уравнений кривых, применяемых для аппроксимации экспериментальных данных. Обычно применяется многочленная аппроксимация [3].

Для простоты будем рассматривать аппроксимацию экспериментальных точек (в левых частях уравнений (1)) многочленом второй степени, (правые части (1)):

$$\begin{aligned} y &= a_1 + b_1 x + c_1 x^2 \\ x &= a_2 + b_2 y + c_2 y^2 \end{aligned} \quad (1)$$

При предельной корреляции, то есть при функциональной зависимости между переменными, такие кривые регрессии, в отличие от случая линейного РА, не будут совпадать (т.е. “не сольются в одну кривую”), так как параболы не являются взаимно обратными зависимостями.

Обычно, при аппроксимации зависимости между случайными величинами y и x аналитической функцией (в примере (1) – параболой) методом наименьших квадратов (мнк), ошибку в аргументе зависимости (это x для первого уравнения, и y для второго) полагают пренебрежимо малой. Поэтому, только разброс значений случайной величины (y для первого, x для второго уравнения в (1)), а не аргумента, определяет величину суммарного квадратического отклонения или функционала невязки [3-7].

Напомним, что подбираемая по мнк зависимость $y(x)$ считается функциональной, когда случайная величина y зависит только от x . Понятно, что в этом случае кривая, соответствующая зависимости $y = a_1 + b_1 x + c_1 x^2$ в пределах ошибок будет, в декартовой системе, совпадать с кривой, соответствующей обратной зависимости $x = F^{(-1)}(a_1 + b_1 x + c_1 x^2)$.

Но чаще бывает так, что связь между переменными y и x стохастическая (не функциональная). Это может быть вызвано тем, что на случайные переменные x и y , действуют как общие для них факторы, так и факторы, влияющие только на одну из этих переменных. В этом случае делают мнк аппроксимацию обеих кривых регрессии (т.е. каждой из парабол в (1)), и по степени близости этих кривых друг к другу судят о степени корреляционной стохастической связи переменных y и x (о степени ее функциональности).

Изложенное наводит на мысль аппроксимировать одну, “общую” регрессионную кривую для обеих переменных в (1), которая в рассматриваемом примере зависит от трех параметров a_1 , b_1 , c_1 , то есть использовать систему (1) в виде

$$\begin{aligned} y &= a_1 + b_1 x + c_1 x^2 \\ x &= F^{(-1)}(a_1 + b_1 x + c_1 x^2) \end{aligned} \quad (2)$$

То есть делается гипотеза, что связь между величинами y и x близка к функциональной, как это подразумевается при стандартном мнк, но случайная величина x имеет такой коридор ошибок, которым нельзя пренебречь. Квадратичный функционал невязки, минимизируемый методом наименьших квадратов, состоит теперь из N членной суммы отклонений каждого из N единичных измерений y_i от аппроксимирующей параболы и, дополнительно, из N членной суммы отклонений единичных измерений величины x_i от функции, обратной к этой параболы. (Здесь $i=1, \dots, N$, где N – объем экспериментальной статистики.)

Иными словами, если имеется N экспериментальных измерений пар (y_i, x_i) (экспериментальных точек), то наша цель – найти наилучшее мнк приближение к решению переопределенной системы из $2N$ уравнений

$$\begin{aligned} y_i &= a_1 + b_1 x_i + c_1 x_i^2 \\ x_i &= F^{(-1)}(a_1 + b_1 x_i + c_1 x_i^2) \end{aligned} \quad (3)$$

относительно трех подбираемых по мнк параметров a_1, b_1, c_1 .

Для не функциональных связей между случайными переменными x и y подхода с использованием обратных функций сужает область регрессионных кривых, получаемых по (1), и приближает ее к области кривых, являющихся взаимно-обратными функциями.

Описанный подход с использованием обратных функций позволяет использовать не только связи между прямой и обратной функциями, но и известные связи между их производными. Экспериментальные значения производных можно приближенно определять по наклонам кривой интервальных средних $\langle y \rangle = f(\langle x \rangle)$, где средние $\langle y \rangle$ и $\langle x \rangle$ вычисляются по экспериментальным точкам (x_i, y_i) , попавшим в один из подинтервалов одинаковой ширины, на которые разбивается область изменения величин y и x . Учет связей между производными взаимно-обратных функций [2] еще больше увеличит объем используемой экспериментальной информации.

Таким образом, если в стандартно применяемом мнк используется N слагаемых, то в описанном выше приложении мнк используется как минимум (если дополнительно не использовать связи между производными) вдвое больше.

Заметим попутно то важное обстоятельство, что увеличение числа уравнений (см систему (3)) позволяет решать недоопределенные системы уравнений, когда в немодифицированной (исходной) системе число уравнений меньше числа неизвестных параметров. Кроме того, можно в качестве дополнительных уравнений, соответствующих обратной функции, использовать приближенные, огрубленные соотношения, проверять конкурирующие гипотезы, не поступаясь точностью условий, соответствующих уравнениям исходной, не дополненной, задачи.

При применении такой процедуры, коэффициенты регрессионных многочленов связаны между собой более тесно, чем в случае процедуры

анализа с использованием только одной регрессионной кривой. Естественно, что при учете дополнительной информации, точность подбора параметров регрессионных кривых повышается.

Проверка методики на моделированных данных

Подтвердим это приведенным ниже примером, - случаем, когда аппроксимирующая экспериментальные данные кривая имеет вид пика, то есть имеет выраженный экстремум, например, максимум.

Для проверки методики, на ПЭВМ генерировалась малая выборка распределенной по нормальному закону псевдослучайной величины с нулевым средним и единичной дисперсией. Соответствующая «экспериментальная» гистограмма (не нормированная) аппроксимировалась Гауссианой вида

$$Y = A_1 \exp\left(-((X - A_2)/A_3)^2\right) \quad (4)$$

методом наименьших квадратов (МНК). Для аппроксимации использовалась разработанная в ОИЯИ г. Дубна программа FUMILL, предназначенная для минимизации методом линеаризации квадратичного функционала невязки. Алгоритм этой реализации МНК подробно описан в приложении III к сборнику [7].

Сравнения результатов применения процедуры, использующей только вероятность $Y(X_i)$ попасть в I – тый бин гистограммы, с результатами применения процедуры, использующей как прямую зависимость $Y(X_i)$, так и обратную зависимость $X(Y_i)$, приведено на рис.1.

Поясним, что фактически, при использовании дополнительной априорной информации об экспериментальной реализации обратной к $Y(X_i)$ функции, объем экспериментальных данных увеличивается вдвое. При этом, функцию $X(Y_i)$ можно получить в аналитическом виде, используя (4). Она будет зависеть от тех же трех параметров A_i , для определения которых теперь имеется вдвое больше экспериментальных данных.

Поэтому отличие в результатах более вероятно при малых экспериментальных статистиках, тогда как при больших статистиках результаты будут близки. Это можно наблюдать на рис.1. На рис 1^A представлены результаты по выборке из двадцати генераций, а на рис1^B – из семидесяти. Видно, что при малой статистике дополнительное использование данных по обратной функции заметно улучшает аппроксимацию. Из рис. 1^A видно, что результаты процедуры, использующей взаимно обратные функции (пунктирная кривая) имеют практически несмещенный от нуля максимум, тогда как результаты процедуры, использующей только функцию $Y(X)$ (сплошная кривая), заметно смещены вправо. При несколько больших статистиках (рис. 1^B), эти результаты практически совпадают.

Таким образом, применение обратных функций имеет преимущества в случае малых экспериментальных статистик. Ниже, на примере аппроксимации рентгеновских пиков зависимостью псевдо-Фойгта,

будут продемонстрированы преимущества предложенной в [1] и обсуждаемой здесь методики в случае больших статистик.

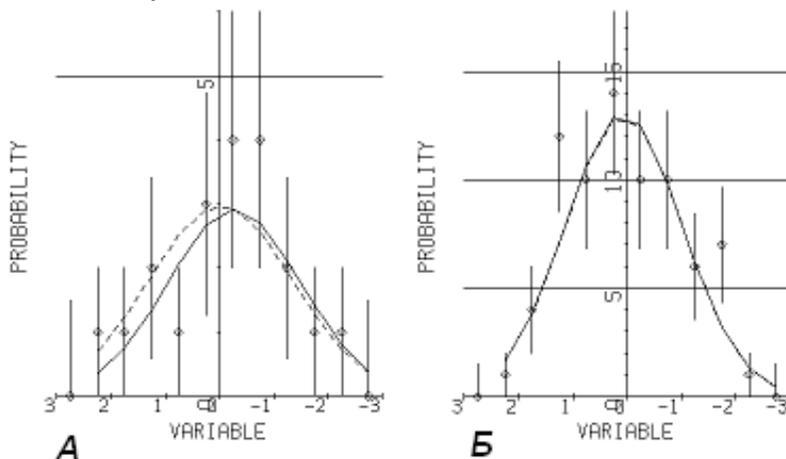


Рис. 1. А) Приближение моделированных по нормальному закону (двадцать генераций) псевдоэкспериментальных точек Гауссианой. Сплошная кривая – процедурой, с использованием только прямой зависимости $Y(X)$, пунктирная – с использованием и прямой $Y(X)$, и обратной $X(Y)$ зависимостей. Б) То же для восьмидесяти генераций.

Описание процедуры оценивания параметров пиков.

Функция псевдо-Фойгта, используемая для аппроксимации рентгеновских пиков, представляет собой суперпозицию нормального распределения (Гауссианы)

$$G = A_1 \exp \left(- \left(\frac{x - A_2}{A_3} \right)^2 \right) \quad (5)$$

и распределения Коши, вида

$$K = \frac{A_1 A_4}{1 + \left(\frac{x - A_2}{A_3} \right)^2} \quad (6)$$

Функция псевдо-Фойгта F получается из распределений G и K , в виде $F = G + K$.

Данные, обычно получаемые при рентгеноструктурном анализе, представляют собой наложение двух таких, близко расположенных пиков, описываемых функциями псевдо-Фойгта F_1 и F_2 . При этом, разницу в

положениях максимумов и в ширинах этих функций можно учитывать, используя функцию F_2 . в виде $F_2 = G_2 + K_2$, или

$$F_2 = G_2 + K_2 = \frac{A_1}{2} \exp\left(-\left(\frac{x - A_2 A_5}{A_3 A_6}\right)^2\right) + \frac{A_1 A_4 / 2}{1 + \left(\frac{x - A_2 A_5}{A_3 A_6}\right)^2} \quad (7)$$

Пик F_1 соответствует линии α_1 , а F_2 - линии α_2 , амплитуда которой примерно в два раза меньше, чем у линии α_1 . При этом у близких линий близко расположены максимумы и примерно одинаковы ширины. Эти обстоятельства учитываются введением параметров A_5 и A_6 , близких к единице. Возможные колебания в соотношении амплитуд учитываются введением в структуру аппроксимирующей формулы параметра A_7 , так, что конечный вид этой формулы $A_7 F_1 + (1 - A_7) F_2$.

Подбор параметров у наилучшего приближения экспериментальных пиков производится методом наименьших квадратов, с помощью программы FUMILI.

Значения обратной функции для различных значений аргумента X (в данном случае это угол дифракции), ввиду невозможности получения конечного аналитического выражения для обратной функции, получаются численно, методом бисекции.

Результаты оценки параметров рентгеновских пиков с помощью функций псевдо-Фойгта представлены в таблице 1.

Для случая пика Кварц аппроксимация без использования обратной функции сглаживает небольшое “плечо” в экспериментальных данных, в интервале углов $[20.87^\circ - 20.92^\circ]$. Дополнительное использование обратных функций позволяет учесть эту особенность (и разделить пики α_1 и α_2).

Для случая гипса такое разделение происходит при обоих способах расчета. Однако, также и для этого случая качество оценки (отношение χ^2 / N) несколько лучше, чем при способе, не использующем данные по обратной функции.

Поэтому приведенные примеры регрессионного анализа свидетельствуют о полезности использования обратных функций не только в случае малой экспериментальной статистики, где преимущества этого подхода проявляются ярче, но и в случае большей статистики.

Порода (минерал)	Способ решения	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	χ^2 / N
Кальцит	Без использования обратных функций	2206. ±22.	99.14 ±0.01	0.152 ±0.002	0.087 ±0.009	1.00 ±0.01	1.22 ±0.03	0.470 ±0.003	948/112
	С использованием обратных функций	2214. ±21.	99.14 ±0.01	0.153 ±0.001	0.083 ±0.009	1.00 ±0.01	1.22 ±0.01	0.471 ±0.003	1245/224
Гипс	Без использования обратных функций	162. ±74.	23.47 ±0.02	0.043 ±0.004	3.1 ±1.9	1.00 ±0.01	0.29 ±0.21	0.58 ±0.14	26/60

	С использованием обратных функций	165. ±23.	23.47 ±0.02	0.043 ±0.004	2.9 ±1.7	1.00 ±0.01	0.31 ±0.15	0.58 ±0.10	192 / 120
Кварц	Без использования обратных функций	1016. ±54.	20.21 ±0.01	0.035 ±0.001	0.98 ±1.9	1.00 ±0.01	1.10 ±0.05	0.50 ±0.1	223 /70
	С использованием обратных функций	1037. ±43.	20.87 ±0.01	0.040 ±0.001	0.92 ±0.08	1.00 ±0.01	0.33 ±0.03	0.645 ±0.015	78/ 140

Относительно пика кальцита заметим, что приведенная в последнем столбце таблицы величина χ^2 / N [7] – это сумма квадратов отклонений экспериментальных значений y_i^3 и x_i^3 от их “теоретических” аппроксимаций y_i^T и x_i^T (см. (3)), взятых с весами, обратно пропорциональными ошибкам их экспериментальных значений σ_i^x , σ_i^y :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i^y - y_i^{\dot{o}}}{\sigma_i^y} \right)^2 + \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i^y - x_i^{\dot{o}}}{\sigma_i^{\dot{o}}} \right)^2. \quad (8)$$

Принято считать [7], что при небольших статистиках $N < 20$ критерий хорошей аппроксимации - $\chi^2 / N \leq 1$, а при больших статистиках $N > 100$ допустимы χ^2 / N порядка нескольких единиц.

(При большом объеме данных увеличивается вероятность проявления факторов, не учитываемых при обработке) Поэтому, аппроксимацию для пика кальцита можно считать удовлетворительной. Кроме того, в этом случае применялся экспериментальный материал не очень высокого качества (“изрезанность” соседних точек). Возможно, используемые только статистические ошибки должны быть увеличены учетом нестабильности условий многочасового эксперимента, что приведет к уменьшению критерия χ^2 / N .

Вне зависимости от изложенного, из таблицы видно, что при использовании обратных функций критерий согласия- отношение χ^2 / N заметно уменьшается.

Относительно критерия χ^2 / N уместно сделать следующий комментарий: по своему строению выражение (8) очень похоже на минимизируемую в методе наименьших полных квадратов (мнпк) [3] сумму квадратов отклонений экспериментальных и теоретических данных, и, по-видимому, результаты оценки параметров будут близки. Вместе с тем нужно заметить, что критерий χ^2 / N , получаемый по мнпк и критерий $\chi^2 / 2N$, используемый в мнк с обратными функциями, различаются примерно в два раза.

Более детальное рассмотрение связи этих методов – тема отдельной работы.

Заключение

Изложенные здесь методика и результаты, могут быть использованы при обработке экспериментальных данных во многих областях.

Особенно их преимущества проявляются при обработке малых статистик (порядка двадцати реализаций случайной величины).

Расширяя задачу включением в рассмотрение функции, обратной к искомой, мы фактически учитываем статистический характер измерения также и независимой переменной. Как мы видели, это позволяет увеличить объем используемой экспериментальной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. *Головчинер Я.М.* Вопросы методики определения напряжений 2 рода и размеров блоков мозаичности /Заводская лаборатория т.2, вып. 4., 1960
2. *Каждан А.Б., Гуськов О.И., Шиманский А.А.* Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. М., Недра, 1979г., 168с.
3. *Виноградов И.В.* (гл. ред). Математическая энциклопедия, т.4., М., Советская энциклопедия, 1982г., 608с.
4. *Корн Г., Корн Т.* “Справочник по математике для научных работников и инженеров”. М., Наука, 1984, 832с.
5. *Никитин А.А.* Теоретические основы обработки геофизической информации. М., Недра, 1986, 342с.
6. *Худсон Д.* Статистика для физиков. Изд. 2-ое, М., Мир, 1970, 296 с.
7. *Силин И.Н.* Приложение III, - с.319-327. В сб. Статистические методы в экспериментальной физике, (Пер. с англ.). Под редакцией А.А. Тяпкина - М., : Атомиздат, 1976, 335с.

THE ROENTGENS PEAKS APPROXIMATION METHOD

S.A. Korchagin, A.V. Peskov
Samara State Technical University,
Samara,
 Abstract

This short issue points out that the conventional procedure of nonlinear regression analysis included in some regression analysis guides can be completed in order to get the additional adjusting information. The results obtained from this comparison confirm the value of considering the two additional regression models along with the basic one which deals with regression curve approximation by analytical function. Presented procedure of simultaneous matching the direct and inverse dependencies enables to improve the results of the least square method. The result can be also used in different research areas dealing with correlation data analysis.

The paper also focuses on similarities and differences resulting from the usage of the method proposed and the total least square (tle) method.

It's shown that the technique presented above gives better results than the conventional least square method not only in case of low experimental statistics but also in the event of ample statistical material typical for X-ray peak measurements during the studies of mineral composition of rock.

Key words: Data handling; correlations; regression analysis; regression curves; linear regression; nonlinear regression, roentgens peaks.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УРОЧИЩА КОШПА НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ

М.П.Бортников, В.В.Гусев

*Самарский государственный технический университет,
Самара, Россия.*

E-mail: vlgusev53@mail.ru

Проведено уточнение геологического строения западной части горного массива Арабика, расположенного в пределах Гагрского хребта. С учетом спелеологических исследований показано несоответствие истинным значениям ранее опубликованные значения мощности карбонатных карстующихся пород. Построен стратиграфический разрез с учетом данных опробования ранее не исследованных пещер.

Ключевые слова: геологическое строение массива Арабика Гагрского хребта Кавказской складчатой области; пещеры урочища Кошпа, стратиграфия и литология юрско-нижнемеловой карстующейся толщи.

Урочище Кошпа представляет собой ледниковый трог (имеющий название Ортобалаган) удлинённый в северо-западном направлении на расстояние до 3 км, шириной до 1,2 км и глубиной до 0,2 км. Он расположен в западной части горного массива Арабика принадлежащего к Гагрскому хребту.

Массив приобрёл известность благодаря открытию глубочайших естественных карстовых пещерных систем мира: Верёвкина (глубиной 2212 м) и Арабикская (2199 м).

Система Арабикская расположена в центральной части урочища Кошпа. Она имеет несколько входов. Вход Генрихова Бездна находится на абсолютной отметке 2119 м, Детская - 2135, Куйбышевская - 2200 м, Крубера - 2280 м, Арбаика - 2283м. От входов развиваются ветви пещерной системы представляющие чередования вертикальных (преимущественно) и горизонтальных частей. Ветвь Генрихова Бездна была впервые обследована

спелеологами в 1963 году, а в 1989 году соединена с Куйбышевской. Ветвь Куйбышевская открыта в 1979 году. Объединение с Крубера и Арбаика произошло в 2014 году. Кроме этого, от основных ветвей отходят части, не имеющие выходов на поверхность.

Региональные геологические работы в районе впервые проведены В.И.Курочкиным (1959) и С.Г.Букия (1965). Причём последний исследователь подготовил к изданию геологическую карту Абхазии масштаба 1:50000. В 1976 году Ю.Я.Потапенко и А.Г.Гурбановым под редакцией А.Я.Дубинского была издана геологическая карта масштаба 1:200000. Её второе издание подготовили В.А.Лаврищев, Н.И.Пруцкий, В.М.Семёнов в 2001 году.

В тектоническом отношении урочище Кошпа расположено на своде Бзыбской антиклинали в Абхазской структурно-формационной зоне, системы южного склона Кавказской складчатой области. Современная модель геологического строения здесь выглядит следующим образом. В основании разреза находится вулканогенная серия средней юры, представленная туфами, лавами авгитовых порфиритов, аргиллитами, реже туфопесчаниками и туффитами. Мощность отложений достигает 2000 м. Выше, со стратиграфическим несогласием залегает позднеюрская джирхвинская свита, сложенная известняками битуминозными, доломитизированными с мергелями и аргиллитами мощностью порядка 900 м. Далее - раннемеловая известняковая толща известняков серых, слоистых с конкрециями кремней, иногда с прослоями известняков доломитизированных, битуминозных, песчаных. Общая мощность толщи до 400 м. Следом залегает раннемеловая агурская свита пестроцветных карбонатов: известняков и пестроцветных мергелей мощностью до 120 м. Венчает разрез верхнемеловая дзыхринская толща, представленная туфопесчаниками. Не трудно заметить, что общая мощность карбонатных карстующихся пород составляет не более 1420 м, что не отвечает действительности при современной глубине пещерной системы Арабикская 2199 м. Таким образом, возникает необходимость составить новую стратиграфическую модель с учётом спелеологических исследований.

Программой наших работ предусматривалось изучение литературы по геологии района, геологические картировочные маршруты, описание разрезов с отбором образцов и проб в пещерах, лабораторные исследования. Ниже предлагается модель, составленная по нашим данным с корреляцией отложений, описанных в вышеупомянутых источниках (Рис.1).

Юрская система

Келловейский и оксфордский яруса нерасчленённые (J_{2-3k+o}).

Отложения представлены известняками хемогенными, тёмно-серыми с буроватым оттенком, пелитоморфными, плитчатыми или массивными. Они вскрываются только в нижней части ветви Крубера в интервале абсолютных отметок менее 80-700 м. Сопоставляются с нижними горизонтами

современной джирхвинской свиты. Видимая мощность отложений более 620 м.

Кимериджский ярус (J_{km}) представлен переслаиванием хомогенных отложений: известковых доломитов и известняков серых, светло-серых, зеленовато-светло-жёлтых алевропелитоморфных, алевритистых, мелкозернистых, иногда сахаровидных, как правило массивных, крепких. Иногда присутствуют темноцветные образования похожие на битумы. Породы вскрываются пещерами в интервале абсолютных отметок 700-1200 м. Сопоставляются со средними горизонтами современной джирхвинской свиты. Мощность отложений 500 м.

Титонский ярус (J_{tt}) представлен переслаиванием хомогенных отложений: доломитов слабоизвестковистых и доломитов известковистых светло-серых или светло-кремовых. В основном алевритистых мелкозернистых, иногда сахаровидных, редко пелитоморфных в основном массивных, редко плитчатых, крепких. Иногда встречаются темноцветные образования похожие на битумы. Породы вскрываются в интервале абсолютных отметок 1200-2140 м. Сопоставляются с верхними горизонтами современной джирхвинской свиты. Мощность отложений 940 м.

Меловая система

Валанжинский и готеривский яруса объединённые (K_{iv+g}) представлены преимущественно хомогенными отложениями: известняками от тёмно-серых до светло-серых в верхней части, как правило, с бурым оттенком, в нижней - желтовато-коричневыми и кремовыми. Структура пелитоморфная или алевропелитоморфная, как правило, плитчатые, слоистые, крепкие. Встречаются органогенные известняки с единичной плохоопределяемой фауной двустворок или одиночных кораллов, иногда с желваками серого, светло-серого и тёмно-серого кремня, иногда с лимонитовыми конкрециями. Породы залегают на дневной поверхности и в верхних частях пещер на абсолютных отметках от 2140 м до 2370 м. Сопоставляются с нижними горизонтами известняковой толщи. Видимая мощность составляет более 230 м.

Выводы:

1. Урочище Кошпа расположено на своде Бзыбской антиклинали. В сводовых частях складок породы обычно имеют повышенную трещиноватость. Мало того, юго-восточнее урочища (за горой Арабика) прослежено протяжённое разрывное нарушение сбросового типа, уходящее далеко за долину р.Бзыбь. Вполне возможно, что гора Арабика, и описываемый трог также может быть: расположены в зоне нарушения, что обусловило дополнительную интенсивную трещиноватость пород. Большая часть пещерной системы Арабикская заложена в доломитовой толще. Доломиты, как известно, карстуются намного хуже, чем известняки. Исходя из этого, по классификации В.Н.Дублянского и В.Н.Андрейчука (1993), пещерную систему

можно отнести к тектоногенно-карстовому или даже карстово-тектоногенному подклассу.

2. Как правило, все породы трещиноватые или микротрещиноватые. Трещины обычно заполнены кристаллическим кальцитом.

3. Все существующие картографические и стратиграфические модели урочища не соответствуют действительности, прежде всего по литологии пород и мощностям отложений. В целях дальнейшего уточнения стратиграфии района необходимо выполнить дополнительные палеомагнитные исследования, а также микропалеонтологические определения в пропластках биогенных пород.

4. Вулканогенная серия средней юры находится, скорее всего, на абсолютных отметках близких к нулю.

5. Естественная радиоактивность карбонатных карстующихся пород на дневной поверхности и в пещерах определена не выше фоновой. Отмечено присутствие во всех пробах повышенного содержания палладия и присутствие в пробе карбонатов из Куйбышевской ветви пещерной системы Арабикская с глубины 70 м повышенного содержания золота.

Стратиграфический разрез урочища Кошпа

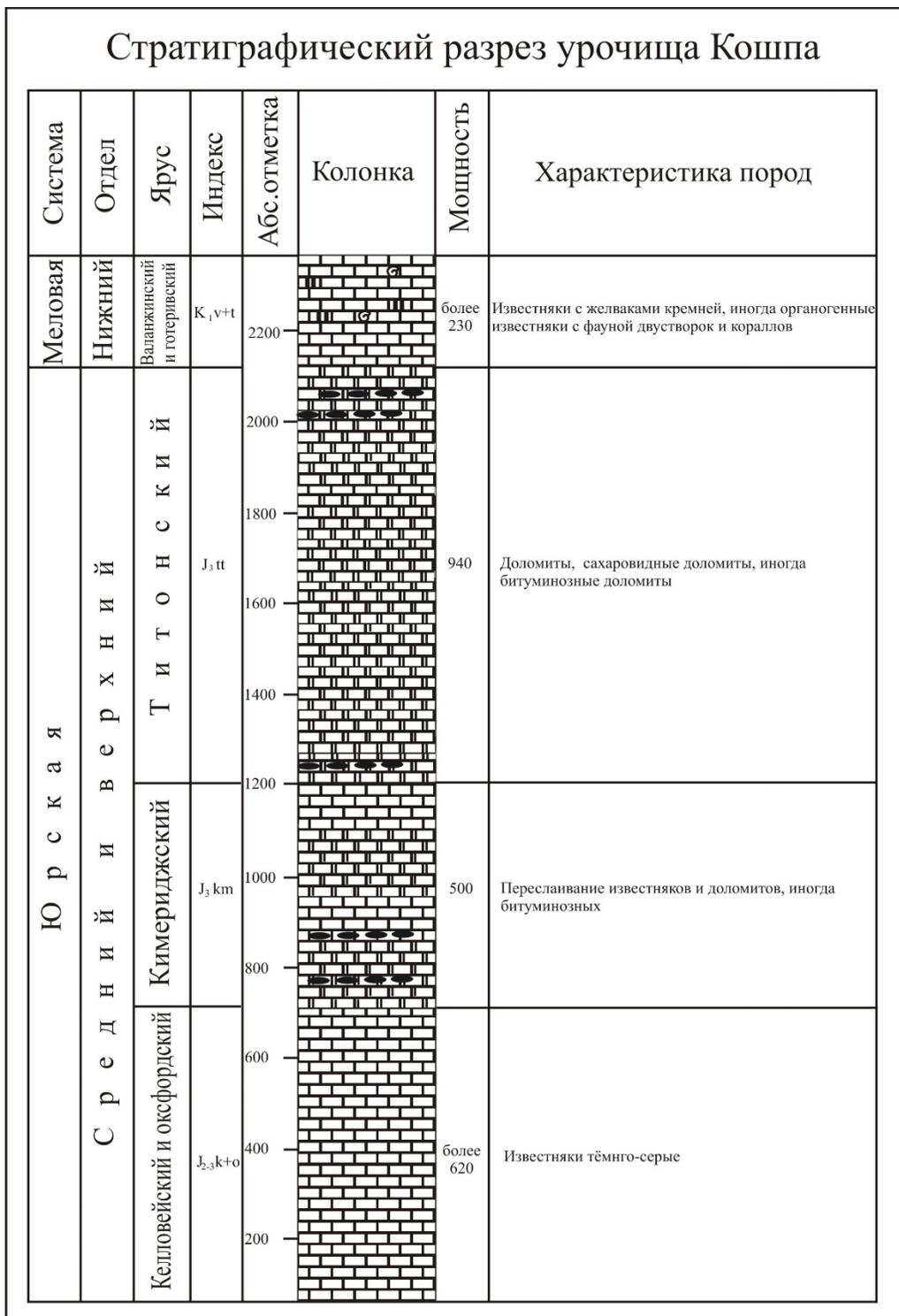


Рис. 1. Стратиграфический разрез

ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЯЧКОВСКОГО – ПОДОЛЬСКОГО ГОРИЗОНТОВ НЕПРИКОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ПО ГИС ОТКРЫТОГО СТВОЛА МЕТОДОМ ИННК.

А.А.Белоглазова, Е.Ю.Сорвачева, Н.М.Прилипка

*Самарский государственный технический университет
Самара, Россия*

Для доразведки и изучения отложений Мячковского и Подольского горизонтов Неприковской площади в нескольких скважинах были проведены комплексные геофизические исследования, включающие стандартный комплекс ГИС, НГК, ИННК и акустический каротаж.

Перспективные пласты выделялись по приращению логарифма показаний БК над показаниями НГК, по превышению $\lg t$ над НГК, по снижению λ относительно функционала φ , снижению λ относительно ΔT . В скважине 418 комплекс ГИС-ИННК-АК позволил выделить загипсованные и доломитизированные интервалы (рис. 1).

1) Известняки плотные, непроницаемые (1397-1399 м, 1401-1404 м, 1432,5-1435 м) характеризуются высокими показаниями НГК, БК, t ; отсутствием приращения БК-НГК, t -НГК.

2) Известняки водонасыщенные (1440,5-1442,5 м, 1445-1447 м) характеризуются пониженными показаниями НГК, БК, t ; отсутствием приращения БК-НГК, t -НГК.

3) Известняки нефтенасыщенные (1412-1416 м, 1422-1426 м) при пониженных значениях НГК отмечаются высокими показаниями БК, t . Отмечается превышение БК над НГК, БК, t над НГК, снижение λ относительно φ .

4) Известняки загипсованные (1444-1445 м, 1452-1454 м) при пониженных значениях НГК характеризуются повышенными значениями БК как нефтенасыщенные. По нормализации БК и НГК отмечается превышение БК над НГК. Пониженные показания t выводят загипсованные породы из перспективных.

5) Известняки доломитизированные (1448,5-1450 м) характеризуются незначительным превышением БК над НГК. Превышение t над НГК, снижение λ относительно функционала φ характеризуют пропласток как ложно нефтенасыщенный. При комплексировании λ и ΔT признаки нивелируются. Доломитизированные породы отмечаются повышенными показаниями t , в чистых доломитах значение t достигает 960 мкс, значения λ соответственно снижены. Интервальное время в доломитизированных породах также снижено, в чистых доломитах соответствует 142 мкс/м, в известняках доломитизированных – 142-150 мкс/м.

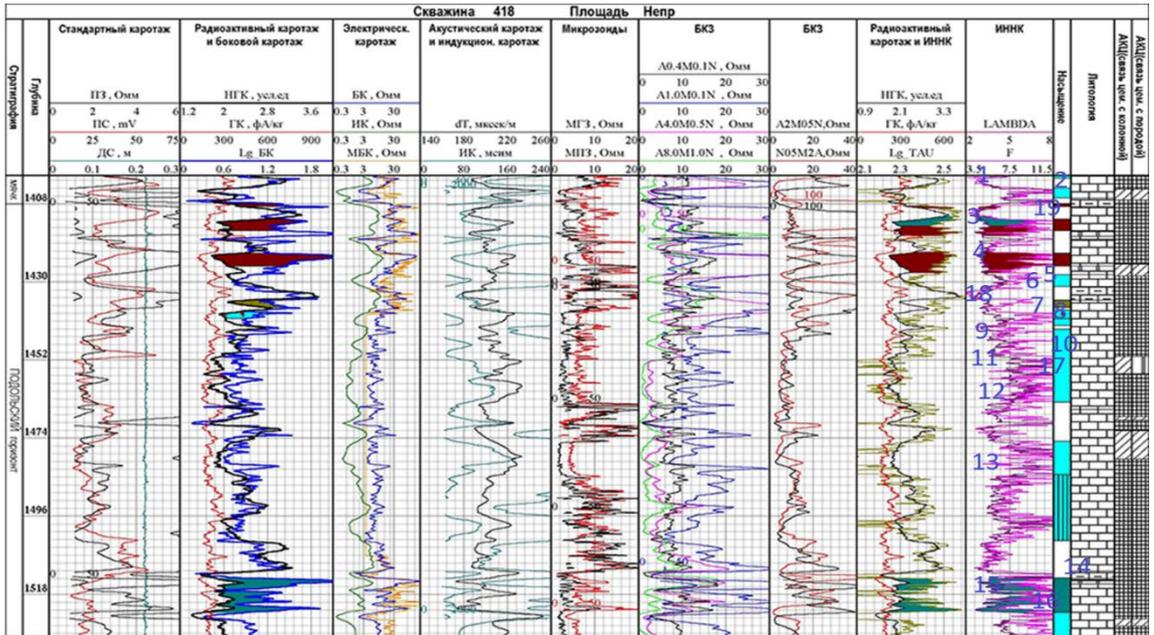


Рис. 1. Пример изучения разрезов скважин по комплексу ГИС открытого ствола и ИННК-КВ. Цифрами обозначены рассматриваемые пласты.

Для комплексирования можно предложить графический способ, по снятым показаниям по комплексу ГИС. Графический способ комплексирования λ и φ , с одной стороны, и λ и ΔT_n , с другой стороны.

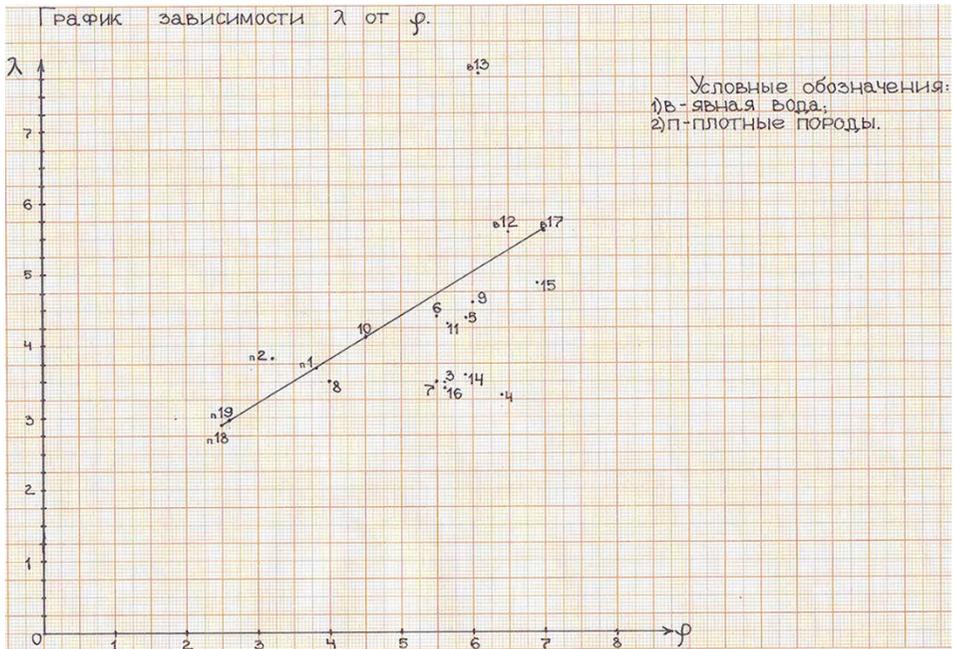


Рис. 2. График зависимости λ от φ .

На первом графике (рис.2) перспективные объекты совмещаются по плотным и явно водонасыщенным породам. Плотным породам соответствуют значения низких λ и низких φ . Явно водонасыщенным – высокие λ и высокие φ . Перспективные объекты вычисляются снижением λ . Второй график (рис. 3) связывает λ и ΔT . Линия связывает плотные и явно водонасыщенные породы. Плотные породы соответствуют низким значениям λ и низким значениям. Явно водонасыщенные – повышенным значениям λ и повышенным. Перспективные объекты оттеняются снижением λ . Количество перспективных точек уменьшилось.

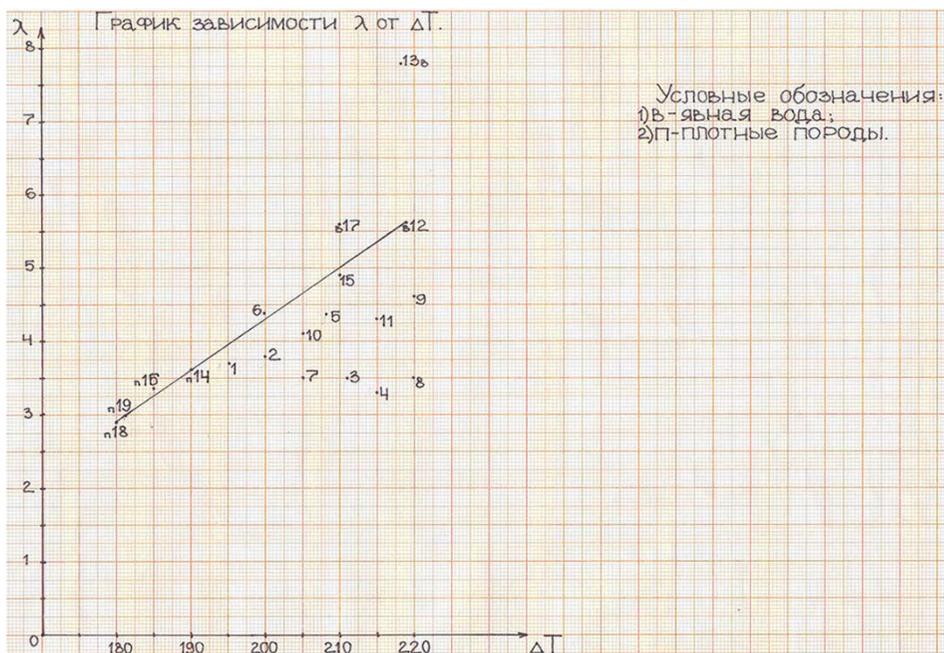


Рис. 3. График зависимости λ от ΔT .

Предлагается комплексирование ИНК с акустическим каротажем. Доломитизация действует на показания в «одну сторону», в сторону снижения. В случае отсутствия АК ошибки неизбежны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Латышова М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. – М.: Недра, 2007.
2. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов. – М.: Недра, 1978.
3. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: Справочник/ Под ред. В.М. Добрынина. – М.: Недра, 1988.
4. Кривко Н.Н. Теория и методика импульсного нейтронного метода исследования скважин с компенсацией водородосодержания: Учеб. Пособие. – М.: МИНиГ им. Губкина, 1988.
5. Амурский А.Г., Школьников А.С. и др. Основные положения методики работ с двухзондовой аппаратурой ИНК-7. – М.: ВНИИгеоинформсистем, 1987.

УДК 550.832.44

**О ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ ЗОН
МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ***Т. С. Курдина**Самарский государственный технический университет,
Самара, Россия**E-mail: kurdina_geol@mail.ru*

Выделение трещиноватых зон по стандартному акустическому каротажу (АК), основанному на изучении продольных волн (Р) не дает положительных результатов. Горизонтальные трещины достаточно четко выделяются на фазокорреляционных диаграммах (ФКД) по нарушению осей синфазности и уменьшению амплитуды поперечной (S) волны при низкочастотном широкополосном каротаже (АКШ), а также волновом акустическом (ВАК) [1].

Однако вертикальные трещины выделяются недостаточно эффективно этими методами. Скважинное акустическое телевидение, использующее высокочастотные отраженные волны с частотами 0,1 – 1,0 МГц, выделяет вертикальные трещины, которые располагаются на небольшом расстоянии от стенок скважины, порядка нескольких сантиметров.

Актуальна разработка нового метода, чувствительного к горизонтальным и вертикальным трещинам, имеющего большую глубинность исследования.

Предлагается использовать для выделения зон трещиноватости модификацию акустического каротажа, основанную на взаимодействии волн, которое проявляется в виде акустического детектирования [2].

Суть этой модификации АК заключается в следующем. Из скважины в исследуемый участок горной породы, находящийся за пределами нарушенной зоны, вводят два достаточно мощных пучка акустических волн, продольной (Р) и поперечной (S), или двух продольных, распространяющихся под углом θ с близкими, но не равными частотами ω_1 и ω_2 ($\omega_1 \neq \omega_2$). При взаимодействии этих волн в исследуемом участке породы происходит акустическое детектирование, приводящее к образованию поперечной волны разностной частоты $\Omega = \omega_1 - \omega_2$ ($\Omega \ll \omega_1, \omega_2$).

Низкочастотная поперечная волна, имеющая меньшее затухание по сравнению с исходными высокочастотными волнами и излученная из области взаимодействия этих волн, ограниченная диаграммами их направленностей, принимается в скважине.

По амплитуде поперечной волны разностной частоты, пропорциональной нелинейному параметру исследуемой среды,

характеризующему нелинейность закона Гука, и ее сжимаемости [3], а также по скорости распространения этой волны можно судить о трещиноватой зоне.

Метод акустического детектирования предлагается реализовать с помощью устройства, которое состоит из скважинного прибора, связанного кабелем с наземной аппаратурой. Скважинный прибор содержит два ВЧ генератора, два излучателя акустических волн с частотами f_1 и f_2 , два приемника НЧ волны, соединенные параллельно и НЧ усилитель.

Наземная аппаратура включает узкополосный фильтр с шириной ($\Delta f = f_1 - f_2$), усилитель, детектор и регистрирующий прибор.

Изменяя угол между направленными пучками исходных акустических волн можно сканировать исследуемую породу на разных расстояниях от стенок скважины, а меняя направленность этих волн можно расширять или сужать область их взаимодействия, т. е. повышать разрешающую способность предлагаемого метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белоконь Д. В.* Состояние современного акустического каротажа. Ближайшие задачи // Д. В. Белоконь, Н. В. Козьяр // НТВ «Каротажник», вып. 44, 1998. – с. 83 – 92.
2. А. с. 913303 СССР, G01v 1/40. Способ акустического каротажа и устройство для его осуществления. Курдина Т. С., Сахаров Ю. И.; опубл. в Б. И. № 10, 1982.
3. *Красильников В. А.* Введение в физическую акустику: уч. пособие; под ред. В. А. Красильникова. – М.: Наука, главная редакция физ.-мат. Литературы, 1984. – 400 с.

УДК 550.8

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПЛАСТА СII РАДАЕВСКОГО ГОРИЗОНТА В ПРЕДЕЛАХ ККСП НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО ЛУ

Е.О. Вязовкина

*Самарский государственный технический университет,
ПАО «Самаранефтегеофизика»*

г. Самара, Россия

kate_yuzovkina@mail.ru

Терригенная толща нижнего карбона издавна рассматривалась, как весьма благоприятная на клиноформные ловушки. Наиболее перспективными в этом отношении оценивались внутренние прибортовые зоны Муханово-Ероховского прогиба (МЕП), где стратиграфически выклиниваются отложения косьвинского (пласты CVII, CVI, CV) и радаевского (CIV, CIII, CII) горизонтов. Перекрывающие отложения бобриковского горизонта (Пласт CI) имеют повсеместное распространение на территории Самарской области. А за пределами ККСП пласт CI индексируется как Б₂ (рис. 1).

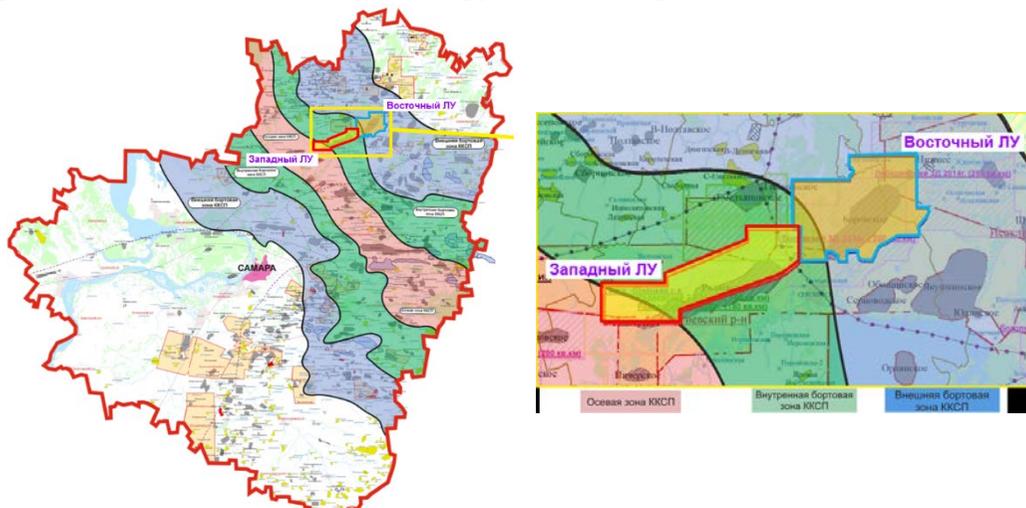


Рис 1. Схема расположения исследуемого участка в пределах ККСП

Пласт СII, который является объектом исследований, залегает вблизи кровли радаевского горизонта, отделяясь от бобриковского пачкой глин небольшой мощности.

Согласно имеющимся данным, пласт СII отличается хорошей региональной выдержанностью в пределах Камско-Кинельской системы прогибов, выполняя крупное палеорусло.

Общая толщина радаевского горизонта 70-120 м закономерно увеличивается к погруженным участкам прогибов. Самым широким распространением пользуется пласт-коллектор СII, отличающийся региональной выдержанностью в прогибах Камско-Кинельской системы. Пласт СII всюду перекрывается пачкой глин толщиной 8-15м, обладающей надежными экранирующими свойствами.

Бобриковский горизонт рассматриваемого типа разреза представлен исключительно терригенными породами. В раннебобриковское время произошло значительное оживление речной деятельности. Камско-Кинельская система прогибов и поднятий в регрессивные фазы седиментации существенно повлияли на мощности формирования осадков и характер их дифференциации. Со второй половины бобриковского времени возросла роль песчаников в разрезе, в результате чего произошло заполнение прогибов и геоморфологическое выравнивание их к концу бобриковского времени.

Литологически бобриковский горизонт подразделяется на две пачки: нижнюю – переходную, включающую песчаники пласта СIа и верхнюю, отвечающую промышленно-нефтеносному пласту СI, характеризующемуся максимальным развитием песчаников, являющихся промышленно-нефтяным пластом СI (рис. 2).

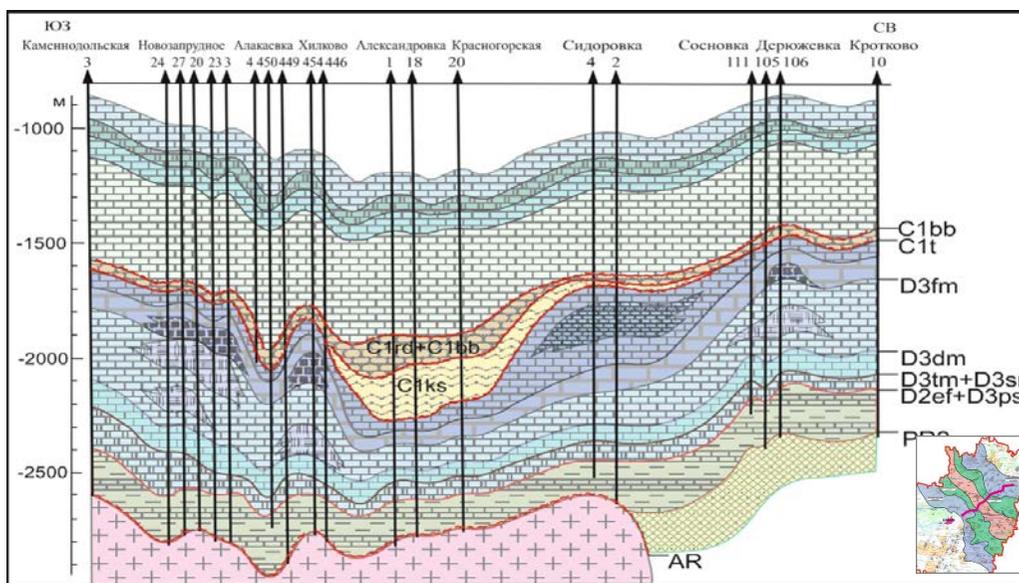


Рис. 2. Принципиальный разрез ККСП

Исходя из полученной модели развития пласта СII (рис. 2) можно сделать вывод, что ранее корреляция радаевского горизонта и пласта СII в частности выполнялись некорректно.

Мощность пласта сокращается от осевой зоны в сторону внешней бортовой зоны ККСП

Отложения турнейского яруса перекрываются косьвинскими глинами,

радаевский горизонт отбивался по кровле глин (подошва пласта СI, СIa).

Обоснованное выделение пласта СII радаевского горизонта и пересмотр границ его залегания будут способствовать более эффективной и рациональной системе разработки пласта.

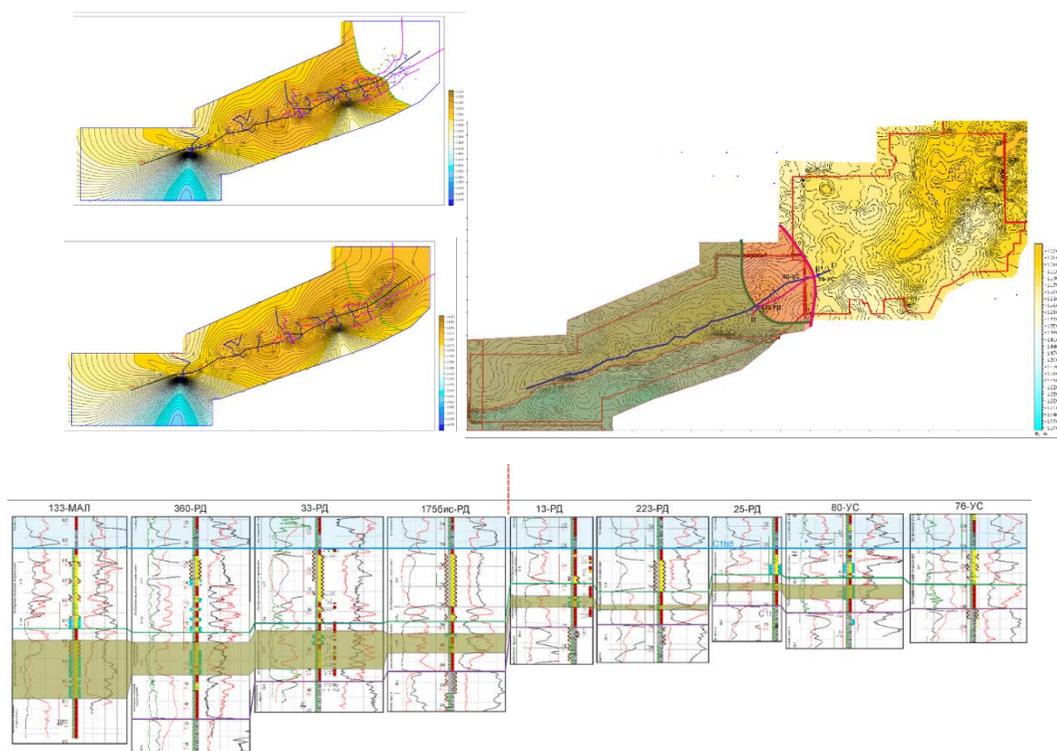


Рис. 3. Выделение пласта СII по линии профиля I-I'. Красным цветом отмечена новая граница выклинивания пласта

Таким образом, сопоставление разрезов данных площадей приведет к пересмотру представлений о распространении и выделении пласта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров А.А., Данилов Б.А., Корягина А.И. и др. Обоснование и выделение новых направлений геологоразведочных работ в районе с высокой степенью изученности (Самарская область). Известия Самарского научного

центра Российской Академии наук «Проблемы нефти и газа». Самарский научный центр РАН. 2002, с.9-14.

2. Геология и нефтеносность Камско-Кинельских прогибов. Изд-во Казанского университета, 1970, с.307.

3. *Ларочкина И.А.* Перспективы нефтеносности пород Елховского горизонта в прогибах Камско-Кинельской системы на территории Татариию / И.А. Ларочкина, С.Ю. Ненароков, Т.В. Шикарова // Геология и освоение ресурсов нефти в Камско-Кинельской системе прогибов. – М.: Наука, 1991.

4. *Мирчинк М.Ф.* Тектоника и зоны нефтенакопления Камско-Кинельской системы прогибов. / М.Ф. Мирчинк, Р.О. Хачатрян // М.: Наука, 1965.

5. Нефтегазоносные и перспективные комплексы центральных и восточных областей Русской платформы. Т. III. Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтегазоносной области. – Л.: Недра, 1970.

6. *Ованесов Г.П.* Рифы Камско-Кинельской системы прогибов и их роль в аккумуляции нефти. / Г.П. Ованесов, И.Х. Абрикосов, Р.О. Хачатрян // В сб.Междун. Геолог.конгр. 24 сессия. Докл.Сов.геологов. Пробл.5. Горючие ископаемые. М, Наука, 1972, с.70-76.

УДК 550.8

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕТРОМАГНИТНЫХ И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ШЛАМА ПРИ БУРЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ДОЛОТЬЯМИ РЕЖУЩЕ-РЕЖУЩЕ-ИСТИРАЮЩЕГО ТИПА

А.А. Морова

Самарский государственный технический университет

Самара, Россия

andaluzit@mail.ru

Работа со шламом при бурении долотами режуще-истирающего типа имеет ряд особенностей, которые в первом приближении кажутся настолько специфичными, что проблемы, возникающие уже при отборе шлама, не говоря уж о его обработке, кажутся неразрешимыми. Служба геолого-технологических исследований (ГТИ) познала их сполна при бурении горизонтальных стволов. Большие скорости проходки, тонкоперетертый шлам, в котором межпоровые пространства, содержащие флюиды по большей степени отсутствуют, малый и неравномерный выход шлама из-за чего затруднена его привязка к глубине – вот далеко не полный список неожиданностей, ожидающих исследователей, рискующих взяться за работу

со шламом из-под долот режуще-истирающего типа. В таких условиях, просто необходим поиск, пусть не альтернативы, но существенной доработки уже опробованной на месторождениях самарской области методики литолого-фациальных и петромагнитных исследований шлама[1].

Уже на подготовительном этапе работ стало ясно, что объект исследования очень своеобразен. В исследуемом песчанике (исследовались терригенные породы) сложно определить состав цемента, практически невозможно оценить окатанность и сортировку материала, не говоря уж о структурных или минералогических признаках – типе цемента, наличии включений и т.д. Рабочая фракция имеет размер менее 1мм, фрагменты, уцелевшей при разбурировании породы отсутствуют, шлам представляет из себя мукообразную массу в которой, даже под бинокулярным микроскопом бывает сложно определить не только индивидуальные особенности строения, но и литологический состав разбуриваемых пород.

Традиционно, при оценке качества шлама используется метод визуальной оценки проб (отмытость, расситовка, упаковка, уникальность, синхронность и повторяемость на петромагнитных кривых [2.3]), но, как показал опыт работ со шламом, при бурении долотами режуще-истирающего типа литологический аспект отодвигается на второй план, на первую роль выходят петромагнитные характеристики разбуриваемых пород. Но и в этом случае, петромагнитная ритмика часто несинхронна и хаотична без видимых на то оснований: шлам хорошо отмыт, отсортирован, нет противоречий с литологией выше и ниже расположенных интервалов. Было замечено, что в точках резкого перегиба петромагнитных кривых, нарушающих общую синхронность, величина замеров магнитной восприимчивости - каппы (K) и магнитной восприимчивости после нагрева - термокаппы (Kt) дает резко различные значения, часто хаотичные и непредсказуемые. Чтобы найти причину выявленного несоответствия между двумя методами, была проведена работа с временным материалом станций геолого-технологических исследований [4], (рис 1), одновременно со взвешиванием общей пробы шлама.

Выяснилось, что анизотропия петромагнитных характеристик свойственна шламу из интервалов, в которых скорость проходки сильно завышена (рис1, интервалы 2590-2595м; 2600,0-2605м) или, наоборот занижена по сравнению с пройденными интервалами.

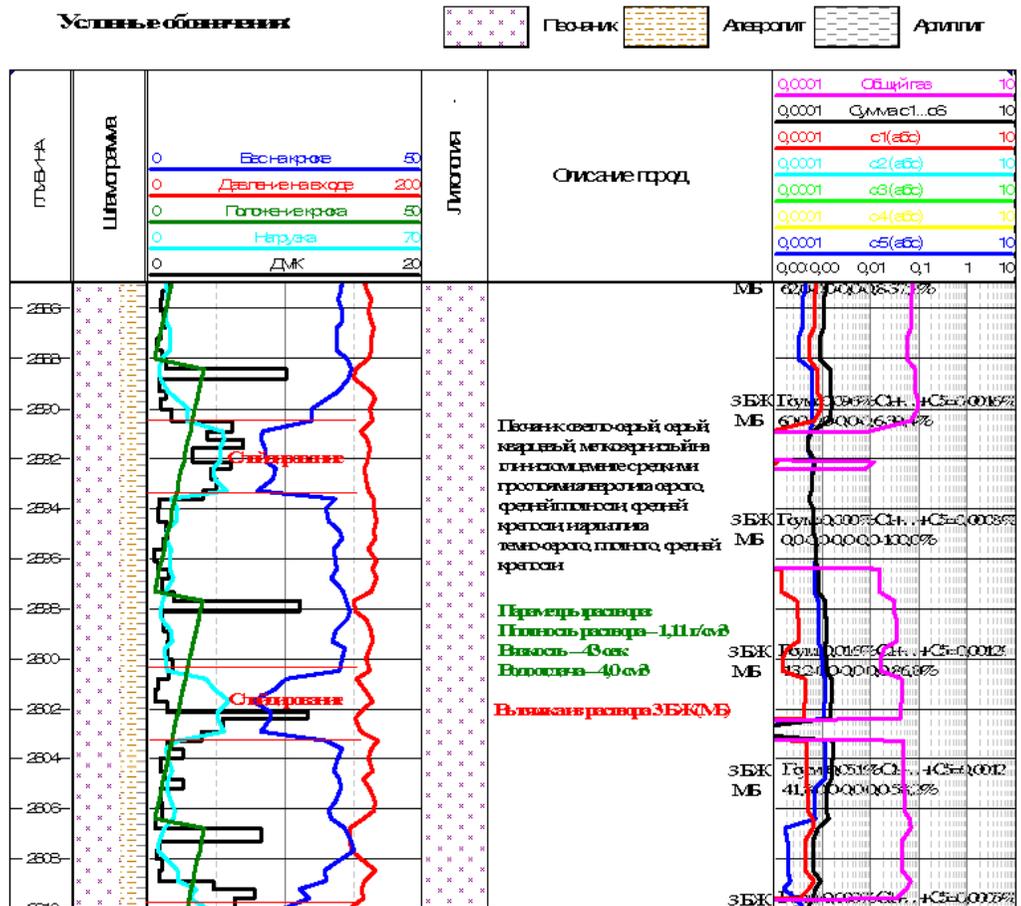


Рис. 1. Фрагмент геолого-геохимического разреза. Шлам с интервалов слайдирования (красные линии с подписями на разрезе) характеризуется «аномально» высоким весом и анизотропией петромагнитных характеристик

Взвешивание шлама показало, что вес «аномальных» проб (во всех кроме двух) сильно завышен, тогда, как перед такими пробами, весы, наоборот показывали заниженные, относительно средних, значения (аномальные значения петромагнитных характеристик свойственны шламу, привязанному к интервалам 2590-2595м;2595,0-2605,0м, заниженные интервалу 2575,0-2585,0м, см рис 1). Очевидно, выявленная закономерность может быть объяснена тем, что при бурении горизонтального участка скважины, шлам, скапливаясь в местах, где инструмент лежит на стенках скважины, выходит на поверхность крайне неравномерно – порциями. Как правило, большой объем выбуренной породы поднимается к устью скважины после интервалов изменения режима бурения для корректировки зенитного и азимутального углов - «слайдирования», интенсивной промывки перед началом бурения свечки (трубки), в случае технологических осложнений или перед

проведением замеров инклинометрии. Если предположение справедливо, следует считать, что величина веса пробы находится в прямой зависимости от качества шлама, что необходимо учитывать при его привязке к глубине. Об этом же говорит и поведение замеров петромагнитных параметров: – в «тяжелых» пробах отмечается анизотропность замеров, связанная, по-видимому, с тем, что в шламе присутствуют породы с разных интервалов. В лабораторных условиях при проведении замеров петромагнитных параметров можно свести ошибку к минимуму, используя статистическую обработку данных из большого количества замеров в разных вариациях. В таких «сборных» интервалах, отделить шлам с разных глубин для проведения литолого-фациальных исследований в случае его литологической однородности невозможно.

Предсказуемые результаты дало сопоставление абсолютных значений петромагнитных параметров с количественным соотношением веса общей пробы шлама и веса сильномагнитной фракции. Несмотря на то, что пришлось полностью пересматривать методику размагничивания шлама, поскольку тонкоперетертые ферромагнитные минералы прилипали к техногенной, более крупной сильномагнитной фракции, при этом сильно занижая и без того низкие значения петромагнитных параметров, удалось выявить следующую закономерность: степень анизотропии и вес рабочей фракции шлама служит некоторым критерием стабильности стенки скважины – чем более анизотропна проба, тем больше она весит и тем с большего интервала шлам попадает в места скопления, а значит, меньше вероятность возникновения технологических осложнений. При этом вес сильномагнитной техногенной примеси, попадающей в шлам вследствие износа бурового инструмента, находится в прямой зависимости от степени разрушения оборудования, спущенного в скважину. Опыт работ показывает, что по соотношению техногенной, и рабочей фракциям шлама с одновременным анализом временных данных ГТИ можно уверенно определять увеличение износа бурового инструмента, в том числе и отдельно долота (стружка и окалина в том и том случае выглядят по-разному), диагностировать причины увеличения веса проб шлама, а в целом можно сказать, что, несмотря на осложняющие факторы проводить литолого-фациальные и петромагнитные исследования при бурении долотами режуще-истирающего типа целесообразно и действительно.

В качестве практических рекомендаций следует предложить геологам станции геолого-технологических исследований разделять и взвешивать общую и сильномагнитную техногенную фракцию шлама непосредственно в процессе бурения одновременно с замерами магнитной восприимчивости, тогда выводы о возможном возникновении аварийной ситуации на скважине вследствие износа бурового инструмента будут сделаны в режиме реального времени, а не постфактум.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) *Гужиков А. Ю., Маникин А. Г., Коновалов А. Н., Коновалова А. А.* Опыт использования петромагнитных характеристик при литологических исследованиях шлама верейского горизонта Ново-Киевского месторождения (Самарская область) // Каротажник. Тверь 2015, вып. 6 (252). С. 24-37.
- 2) *Гужиков А.Ю.* Геологическая информативность магнетизма керна и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики 4(46)/2013. С. 51-61.
- 3) *Гришанов А.Н., Гужиков А.Ю., Багаева М.И., Сорокин А.С.* Технология капаметрии и термокапаметрии шлама скважин в качестве дополнения к стандартным геолого-техническим исследованиям. – IV Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций. Ч.1. – Саратов, Изд-во Саратов. ун-та, 2009. С.83-84.
- 4) РД 153-39.0-069-01 Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин, Тверь – 2001

УДК 550.8

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРЕЙСКИХ ВРЕЗОВ И ОЦЕНКА ИХ НЕФТЕНОСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.О. Вязовкина

*Самарский государственный технический университет
ПАО «Самаранефтегеофизика»
г. Самара, Россия
vz-anastasia@mail.ru*

В настоящее время большинство открытых месторождений углеводородов связано с крупными антиклинальными структурами. Постепенная их выработка ставит острый вопрос перспективы прироста запасов углеводородного сырья. Решением этого вопроса может стать поиск новых нефтегазовых объектов, приуроченных к ловушкам другого, неантиклинального типа. Особенно это актуально в давно освоенных районах с существенно-выработанными месторождениями, но с развитой инфраструктурой. Неантиклинальные ловушки обычно имеют очень сложное строение и резкую литологическую неоднородность. Основным методом их исследования должна стать сейсморазведка, которая на современном этапе позволяет детально изучить и дать оценку фильтрационно-емкостных свойств коллекторов и экранов в ловушках такого типа. В работе рассмотрены

верейские эрозионные врезы как перспективные на поиски залежей нефти объекты.

Актуальность изучения влияния эрозионно-карстовых врезов на размещение нефти в верейско-башкирских отложениях продиктована необходимостью прироста запасов нефти на текущем этапе высокой степени разведанности начальных суммарных ресурсов Самарской области. Поэтому, наблюдается резко возросший интерес специалистов к нефтяным месторождениям, осложненным эрозионно-карстовыми врезами.

Новые сейсморазведочные материалы, данные глубокого бурения, полученные в последние годы, способствовали изменению представлений о строении и генезисе эрозионно-карстовых форм. В результате возникла необходимость усовершенствования существующих знаний, связанных с ловушками, осложненными эрозионно-карстовыми врезами. Вследствие этого, представляет интерес решение задачи выделения их и прогнозирования толщин, а также изучение локальных структур, так как в зонах развития врезов в случаях благоприятного сочетания их с локальными структурами верейско-башкирских отложений формируются преимущественно ловушки повышенной емкости, поскольку толщина песчаников достигает на таких участках значительных величин.

Для разведки и разработки залежей, связанных с эрозионными врезами в верейской толще пород важное значение, приобретает осмысление процессов, приводящих к формированию этих важнейших структурных образований. Кроме того, важна и методика их прослеживания в разрезе и пространстве [4].

Анализ литолого-фациальных особенностей пород показывает, что отложения верейского горизонта сформировались в мелководном морском бассейне с близкой к нормальной солености.

Периодически карбонатообразование нарушалось привнесом в бассейн глинистого материала, что было обусловлено изменением уровня моря. Колебание уровня моря способствовало зарождению донных течений, которые размывали уже накопившиеся осадки.

Анализ материалов бурения показывает, что наибольшее развитие донные течения получили во второй половине верейского времени (в начале ордынского), что подтверждается наличием в разрезе ордынского подгоризонта песчаных пластов. Нередко деятельность донных потоков сопровождалась размывом пород. В результате сформировались эрозионные углубления – врезы. В результате деятельности донных течений подверглись размыву осадки алытовского подгоризонта и верхняя часть башкирского яруса. После некоторого ослабления их деятельности во врезях началось накопление песчано-алевритовых пород.

В связи с вышеизложенным, на участках развития эрозионно-аккумулятивных, аккумулятивных и эрозионно-останцовых форм в отложениях верейского горизонта и на поверхности башкирского яруса

необходим анализ данных сейсморазведочных работ, с целью выделения ловушек неантиклинального типа.

Рассмотрим перспективы ловушек, осложненных эрозионно-карстовыми врезами на примере Шиханского лицензионного участка. В региональном тектоническом плане участок исследований располагается на стыке двух крупных структур первого порядка – Татарского свода и Мелекесской впадины, в пределах Озеркинского выступа кристаллического фундамента. По отложениям нижнего карбона он находится на северо-восточном борту Муханово-Ероховского прогиба (МЭП).

Критериями выделения эрозионно-карстовых врезов являются следующие:

- прогибание отражающего горизонта, связанного с башкирской денудационной поверхностью;
- появление дополнительных отражений в толще отложений, выполняющих врез;
- нарушение корреляции отражений в теле толщи, заполняющей врез;
- образование петель возврата отраженных волн для врезов с крутыми бортами [2] (рис. 1).

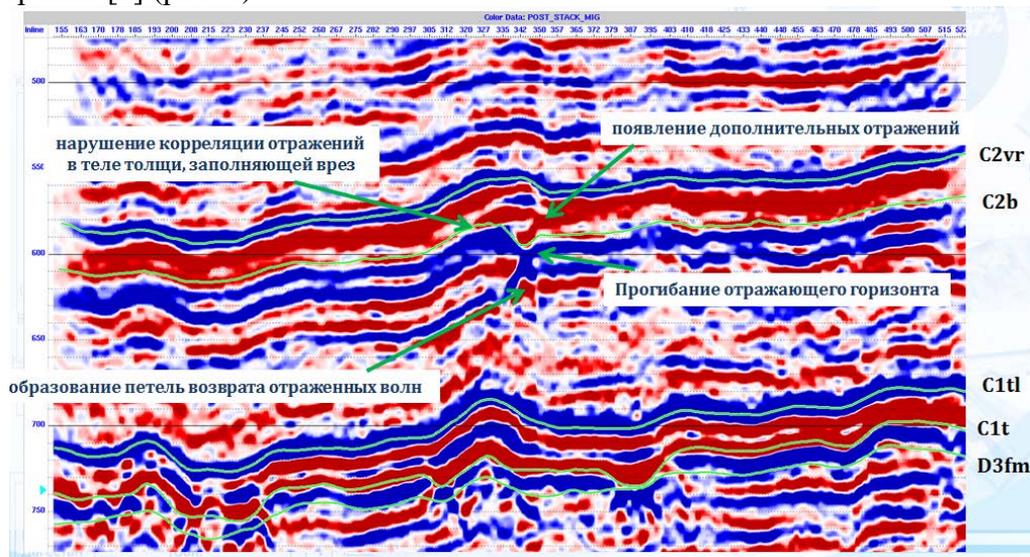


Рис. 1. Отображение эрозионных врезов в волновом сейсмическом поле

Для выделения аномальных зон сейсмической записи были проанализированы карты атрибутов динамического анализа и вертикальные срезы по кубам спектральной декомпозиции. На качественном уровне довольно четко прослеживаются палеорусло, характерное для отложений этого интервала (рис.2).

Проанализирована карта изопахит сейсмостратиграфического интервала C2b-C2vg. Центральную часть участка в субмеридиональном направлении, в виде узкой полосы увеличенных толщин (60-90 м) пересекает

узкий палеопргиб. Который хорошо увязывается с данными из отчета тематической партии №31/85. Согласно работам тематической партии. Выявлена сеть верейских врезов, являющихся благоприятными для формирования ловушек аккумулятивного и эрозионно-аккумулятивного типов. Непосредственно на Шиханском ЛУ с северо-запада на юго-восток прослежен верейский врез шириной около 1км.

В рамках работы выполнена инверсия по 11 скважинам, с учетом вновь пробуренных скважин. Согласно полученной модели акустического импеданса, аккумулятивные формы, сформировавшиеся над зоной вреза, находят свое отображение (рис.3).

На структурной карте по отражающему горизонту C2_{гг} выделяются аккумулятивные формы (сформированные над зоной вреза по отражающему горизонту C2_б), на участках структур. Выделенные аккумулятивные формы находят отображение в волновом поле (рис.4).

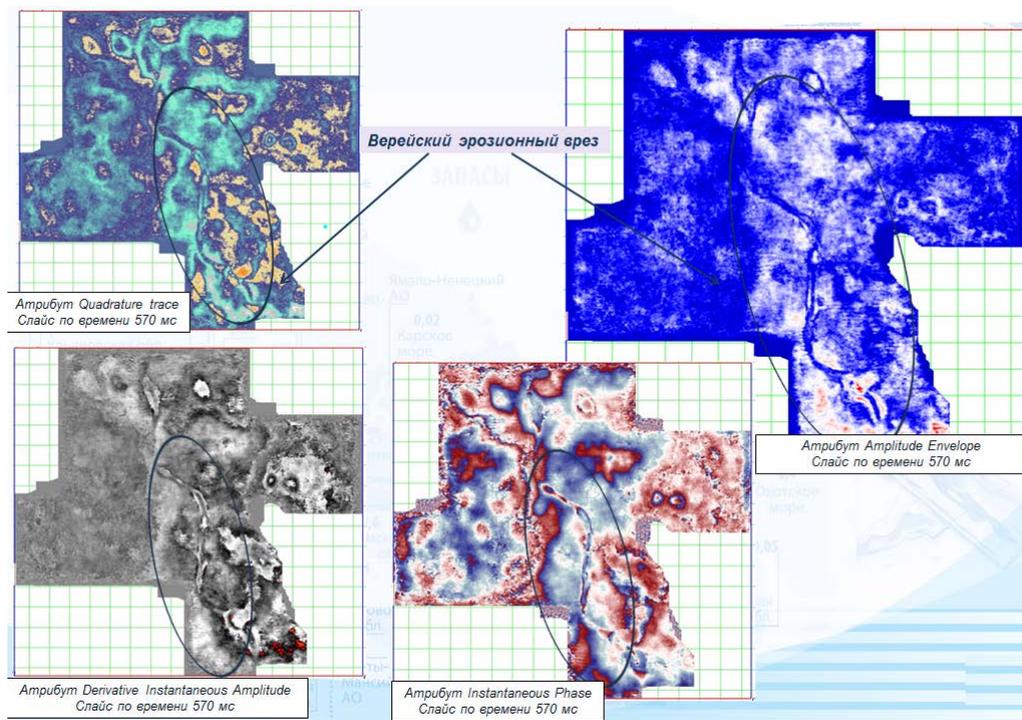


Рис. 2. Отображение верейских врезов по сейсмическим атрибутам динамического анализа

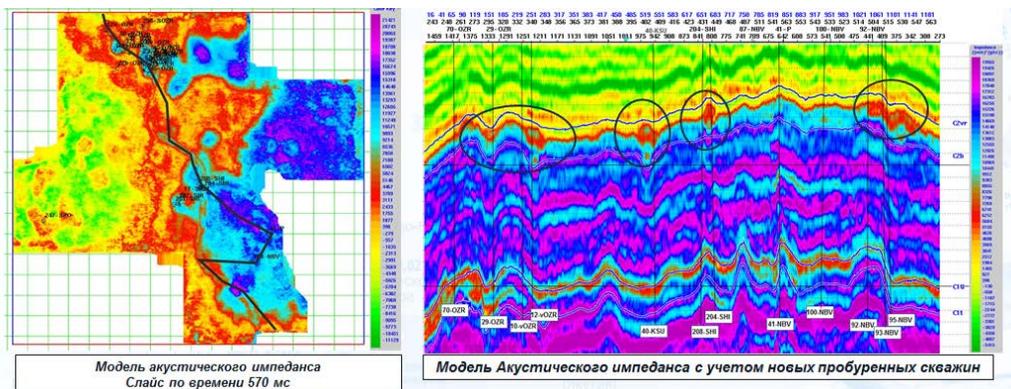


Рис. 3. Отображение русловых объектов на вертикальных сечениях по кубу акустического импеданса

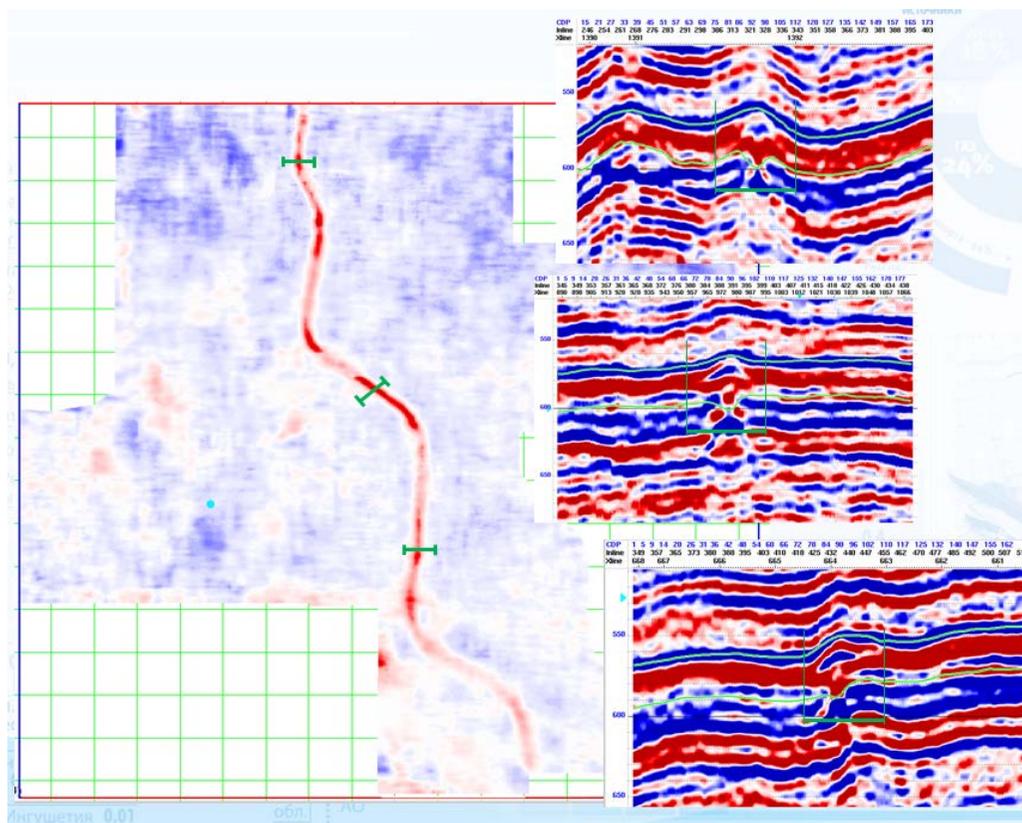


Рис. 4. Результаты площадной корреляции палеорусловой системы по амплитудному кубу и ее отображение на разных вертикальных сечениях

В результате работы выделены структуры, в которых залежи пласта А3 верейского горизонта приурочены к ловушкам эрозионно-аккумулятивного типа. Оценены геологические запасы. Произведен расчет технико-экономических показателей.

Совместный анализ материалов бурения и сейсморазведки позволил выделить перспективные зоны формирования ловушек, связанных с верейскими врезами.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в настоящее время верейские «врезы» недоизучены. Необходимо дальнейшее их изучение путем комплексного анализа данных сейсморазведки и бурения скважин, так как они могут являться перспективными зонами для поисков залежей нефти.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Грачевский М.М., Берлин Ю.М.* О погребенной речной сети в верейском горизонте на востоке Русской платформы // Нефтегазовая геология и геофизика.– 1968. – № 6. – С. 12-15.
2. *Ларочкина И.А.* Концепция системного геологического анализа при поисках и разведке месторождений нефти на территории Татарстана. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2013. – 232 с.
3. *Лисовская Т.И., Малыхин М.Д.* Выявление эрозионных врезов на северо-западе Куйбышевской области и оценка перспектив их нефтеносности // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1982. – № 5. – С. 5-7.
4. *Смирнов В.Г.* Визейские и верейские эрозионные «врезы» — перспективные объекты на поиски залежей нефти и газа // Геология нефти и газа. 1994.

УДК 561.38

ИСКОПАЕМАЯ ФЛОРА ВОЙНОВСКИЕВЫХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. Мороз

*Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Россия,
moroff@mail.ru*

Войновские (Vojnovskyopsida) – класс (таксономия не является устоявшейся) ископаемых голосеменных, существовавший с конца раннего карбона по позднюю пермь и доминировавший на просторах Ангарского континента [1]. Сложно организованные женские и мужские репродуктивные органы, крылатые семена, хорошо приспособленные для распространения ветром на большие расстояния, сделали эту группу весьма успешной. Представители имели женские репродуктивные органы, состоящие из нормальных – у формальных родов (ф. р.) *Suchoviella* и др. – или укороченных

семенных осей с прикрепляющимися к ним по спирали двустороннесимметричными семенами с хорошо развитым окрылением, относящимися к ф. р. *Sylvella* и др. [2]. Мужские репродуктивные органы состояли из фертильных осей, к которым по спирали прикреплялись микроспорангии («пыльники»), а в нижней и средней части располагались стерильные придатки. Листья имеют большое сходство с листьями кордаитов; они относятся к двум типам: длинные (десятки сантиметров) ланцетовидные (в т.ч. ф. р. *Rufloia*) и укороченные чешуевидные; в пазухах последних располагались мужские органы размножения (табл. 1-3). Стволы войновские крупные, с хорошо развитой вторичной древесиной, в отличие от большинства кордаитов не имели сердцевинных пустот [3]. Представители были деревьями высотой до 30 м и более, с основанием, лишённым ветвей, но с ветвистой верхушкой. Облик войновских [предположительно был сходен с современными соснами, но с крупными мечевидными листьями вместо хвои. Эти растения могли произрастать и в относительно сухих, и в хорошо увлажнённых экотопах; они преимущественно занимали возвышенные участки побережий.

На территории Самарской обл., в среднепермскую эпоху находившейся на окраине Ангариды, представители сем. Войновские (Vojnovskyaceae) известны из немногих местонахождений в поволжском горизонте казанского яруса пермской системы, однако составляют там значительный процент флористических остатков [4]. Так, в Новом Кувике встречены как листья *Rufloia* sp. (табл. 1-1), так и генеративные органы *Suchoviella* sp. (табл. 1-2) с семенами *Megasylvella* sp. (табл. 1-4), по-видимому, представляющие части растений одного вида [5]. Возможно, войновским принадлежит часть окаменелой древесины пермского возраста из бассейнов рек Большой Черемшан и Сок, однако исследований на эту тему до сих пор не проводилось.



1 2
3 4

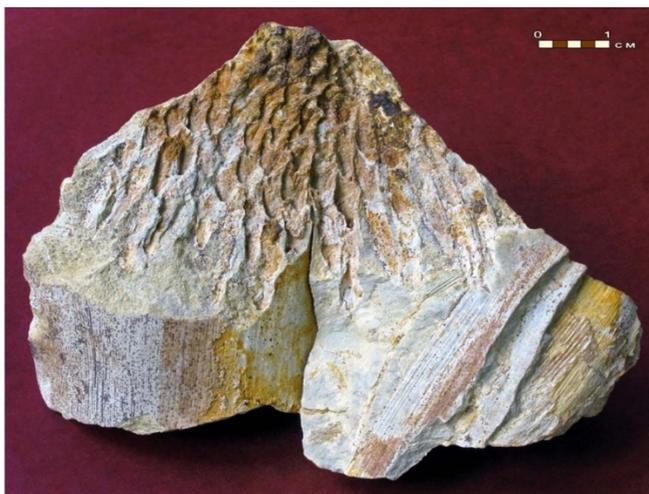


Табл. 1. Флора войновскиевых из местонахождения Новый Кувак (Самарская обл., Шенталинский р-н), пермь, казанский ярус: 1 – листья *Ruffloria* sp. 2 – *Suchoviella* sp., генеративный орган с прикрепленными семенами *Megasyllvella* sp., 3 – генеративный орган *Ruffloria* sp., 4 – семена *Megasyllvella* sp. Образцы СОИКМ, сборы 2009 г. (1-2,4), 2012 г. (3). Фото Д.В. Варенова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Наугольных С.В.* Пермская флора: загадки и парадоксы // Наука в России. 2011. № 4. С. 25-31.
2. *Ignatiev I.A., Meyen S.V. Suchoviella* – gen. nov. from the Permian of Angaraland and a review of the systematics of Cordaitanthales // Review of Palaeobotany and Palynology. 1989. Vol. 57. P. 313-339.
3. *Мейен С.В.* Основы палеоботаники. Москва: Недра. 1987. 403 с.
4. *Наугольных С.В., Сидоров А.А., Варенов Д.В., Варенова Т.В.* Пермские ископаемые растения из местонахождений Новый Кувак и Бузбаш (Самарская область): таксономическое разнообразие // Объекты палеонтологического и геологического наследия и роль музеев в их изучении и охране. Сб. науч. работ. Кунгур: Кунгурский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, 2013. – С. 46-61.
5. *Моров В.П., Наугольных С.В., Варенов Д.В., Варенова Т.В., Морова А.А., Сидоров А.А.* Ископаемые растения казанского яруса Среднего Поволжья // Фиторазнообразие Восточной Европы, 2016, т. X, № 1. – С. 34-67.