



ЛУКОЙЛ

Всегда в движении!

Методические аспекты подготовки данных ГИС при построении сейсмогеологической модели нефтегазовых месторождений

**Черепанов Е.А. (Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г.Тюмени)
Туренко С.К. (Тюменский государственный нефтегазовый университет)**



ЛУКОЙЛ

Цель работы



Введение:

Сейсмогеологические модели перспективных на нефть и газ объектов являются результатом комплексирования ГИС – сейсморазведка. Очень важным этапом построения сейсмологической модели является этап обработки данных ГИС, направленный на повышение качества данных ГИС за счет устранения (учета) факторов не связанных с изучаемыми геологическими объектами.

Цель работы:

В работе предлагается адаптивный (управляемый) подход к обработке данных геофизических исследований скважин (ГИС) для целей построения сейсмогеологических моделей, основанный на формализации показателя качества результатов обработки и взаимоувязанном учете основных факторов не связанных с изучаемыми объектами.

Управляемый процесс эффективной обработки данных ГИС



Управляемый процесс:

→ Планирование, реализация, контроль, адаптация



Интегральная оценка качества кривых



$$K_k = (1 - P_{\text{кав}}) * (1 - P_a) * (1 - P_n)$$

где:

K_к – коэффициент качества

P_{кав} – вероятность ошибки из-за каверн

P_а – вероятность ошибки из-за недоучета аппаратурных ошибок

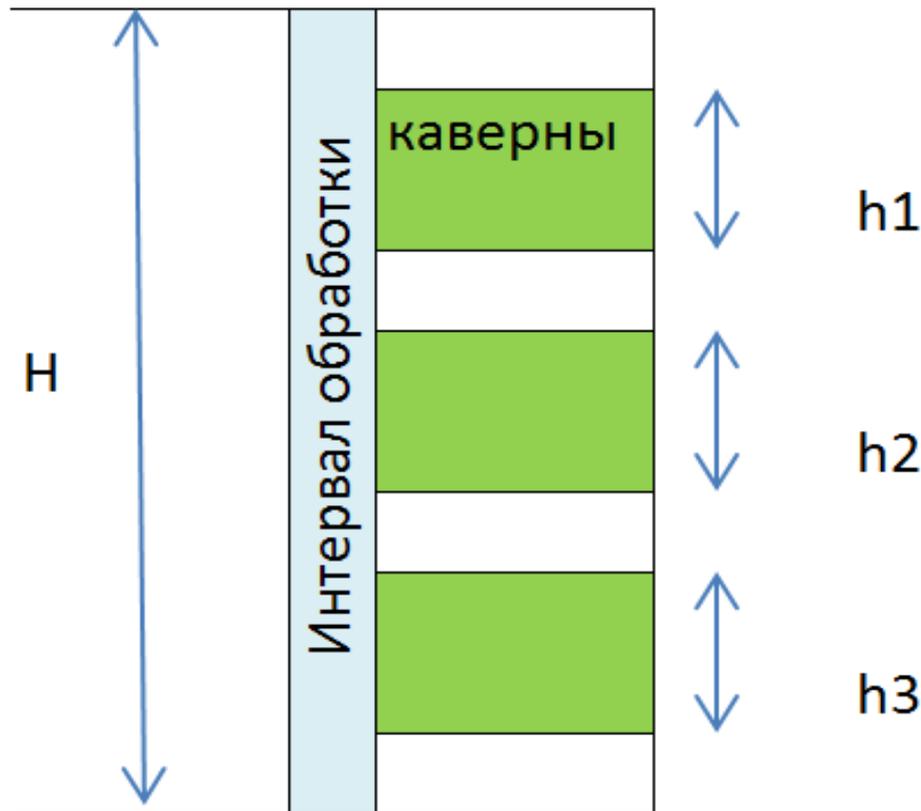
P_н – вероятность ошибки связанной со стандартизацией кривых



Вероятность ошибок из-за влияния каверн



Схема анализа вероятности ошибок связанных с влиянием каверн на кривые АК и ГГК-п



$$P_{\text{кав}} = \frac{\sum h_i}{H}$$

где:

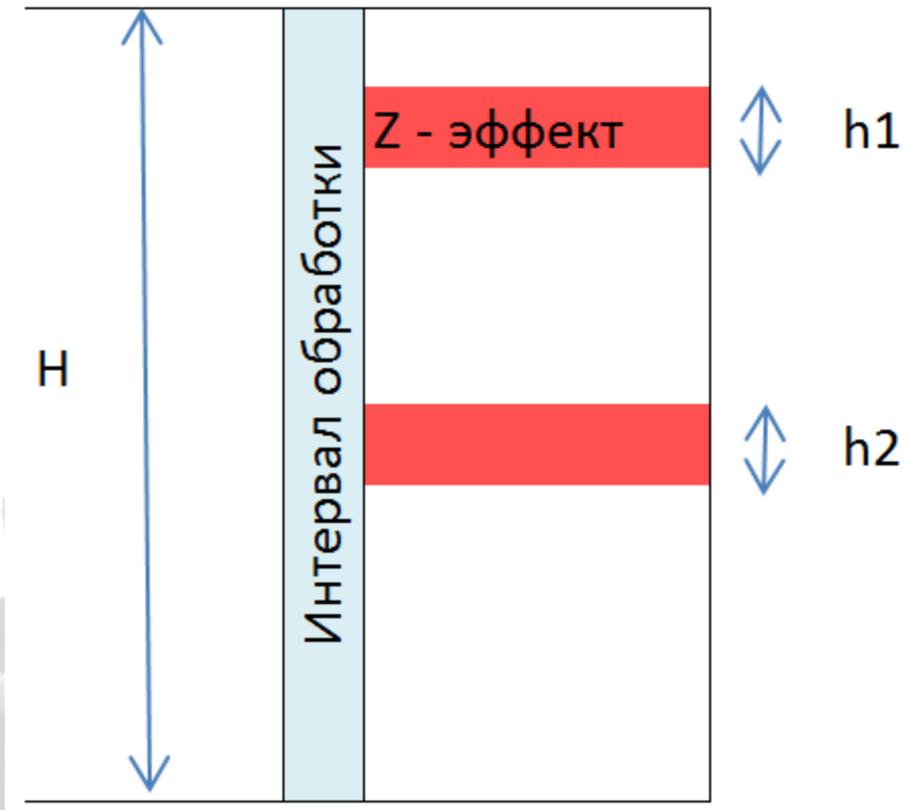
H – мощность интервала обработки,

$\sum h_i$ – сумма толщин каверн в интервале обработки.

Вероятность ошибки из-за недоучета аппаратурных ошибок



Схема анализа вероятности аппаратурных ошибок



$$P_a = \frac{\sum h_i}{H}$$

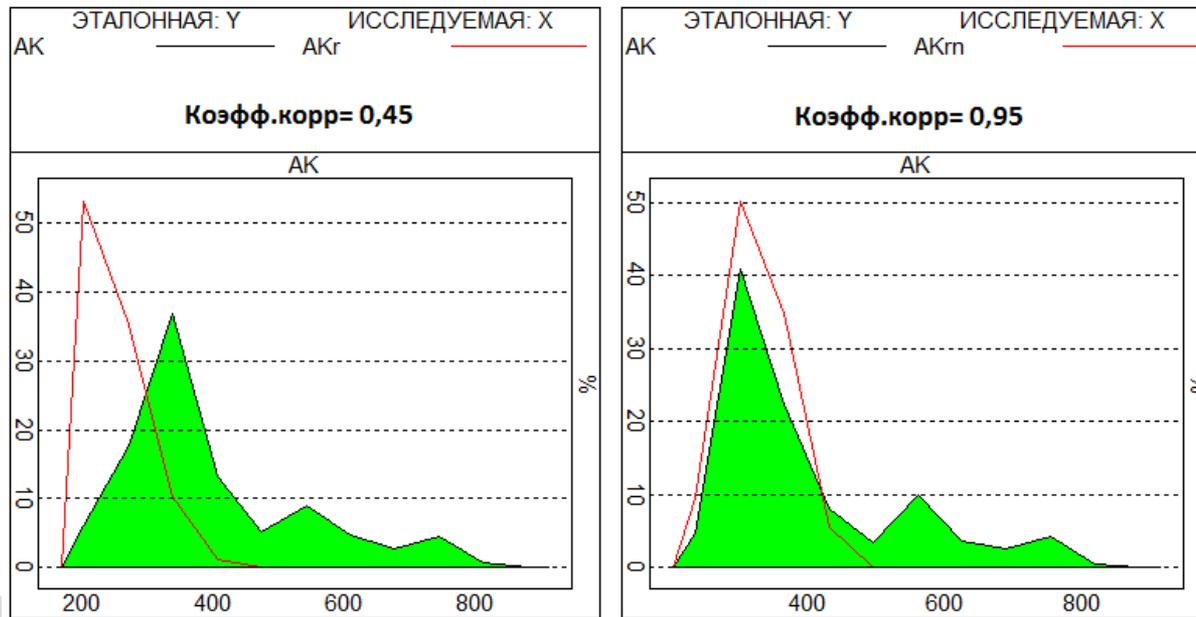
где, H – мощность интервала обработки, $\sum h_i$ – сумма толщин интервалов с выявленными искажениями на записи кривых в результате аппаратурных ошибок.

Вероятность ошибки связанной со стандартизацией кривых



Стандартизация кривой АК.
Коэффициент корреляции до и после
нормировки

$$P_H = 1 - R$$



где:
R - коэффициент
корреляции.



$$K_k = (1 - P_{\text{кав}}) * (1 - P_a) * (1 - P_n)$$

где:

K_к – коэффициент качества

P_{кав} – вероятность ошибки из-за каверн

P_а – вероятность ошибки из-за недоучета аппаратурных ошибок

P_н – вероятность ошибки связанной со стандартизацией кривых

Таблица – Показатели качества и эффективности обработки данных АК

Скважина	До обработки				После обработки				Эффектив- ность
	P _{кав}	P _а	P _н	КК	P _{кав}	P _а	P _н	КК	Кэо
1	0.177	0.005	0.48	0.425	0.017	0.000	0.020	0.963	0.936

Если все процедуры по исправлению влияния указанных факторов выполнены, то вероятности ошибки P_{кав}, P_а, P_н будут стремиться к 0.



Показатель эффективности обработки



В процессе обработки каротажных кривых АК и ГГК-П происходит уменьшение ошибок $R_{\text{кав}}$, R_a , R_n в результате чего возрастает их качество K_k .

$$K_{\text{Эо}} = \frac{K_k^{\text{ВЫХ}} - K_k^{\text{ВХ}}}{1 - K_k^{\text{ВХ}}}$$

где:

$K_{\text{Эо}}$ – показатель эффективности обработки,

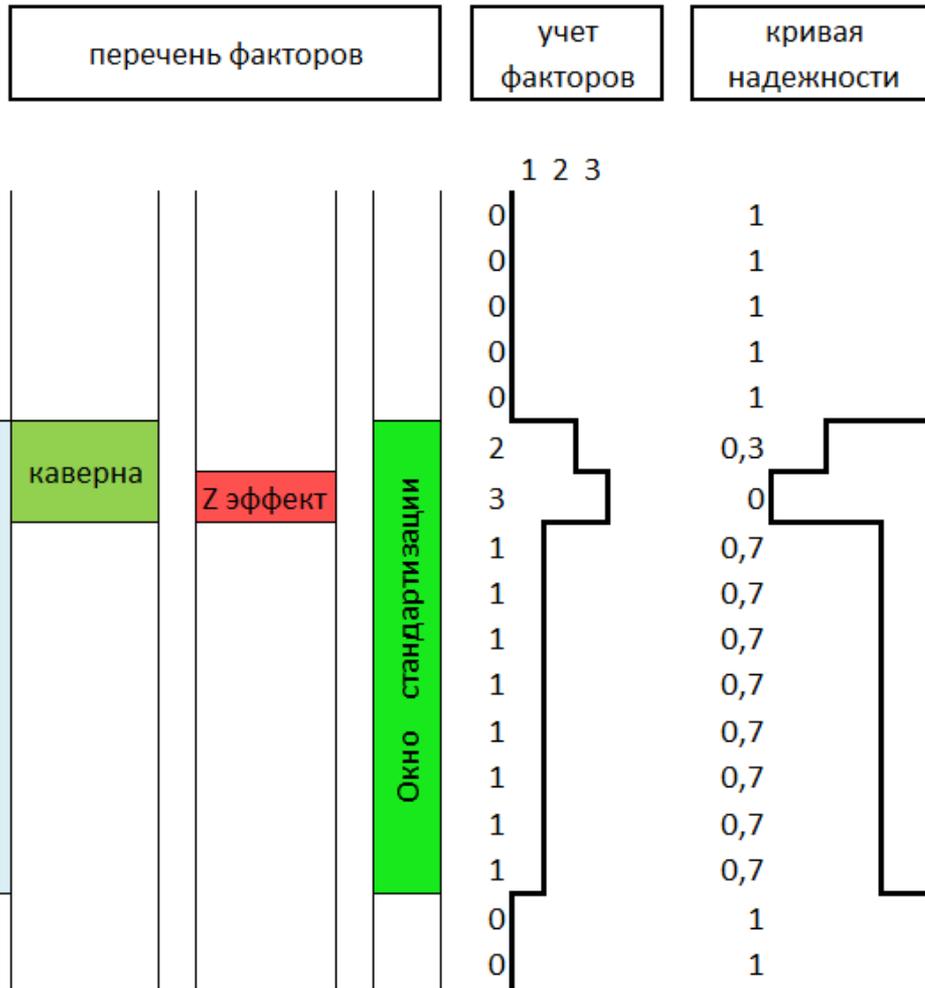
$K_k^{\text{ВХ}}$ – значение показателя качества кривой до обработки,

$K_k^{\text{ВЫХ}}$ – значение показателя после обработки.

Показатель надежности кривых



Схема построения кривой надежности



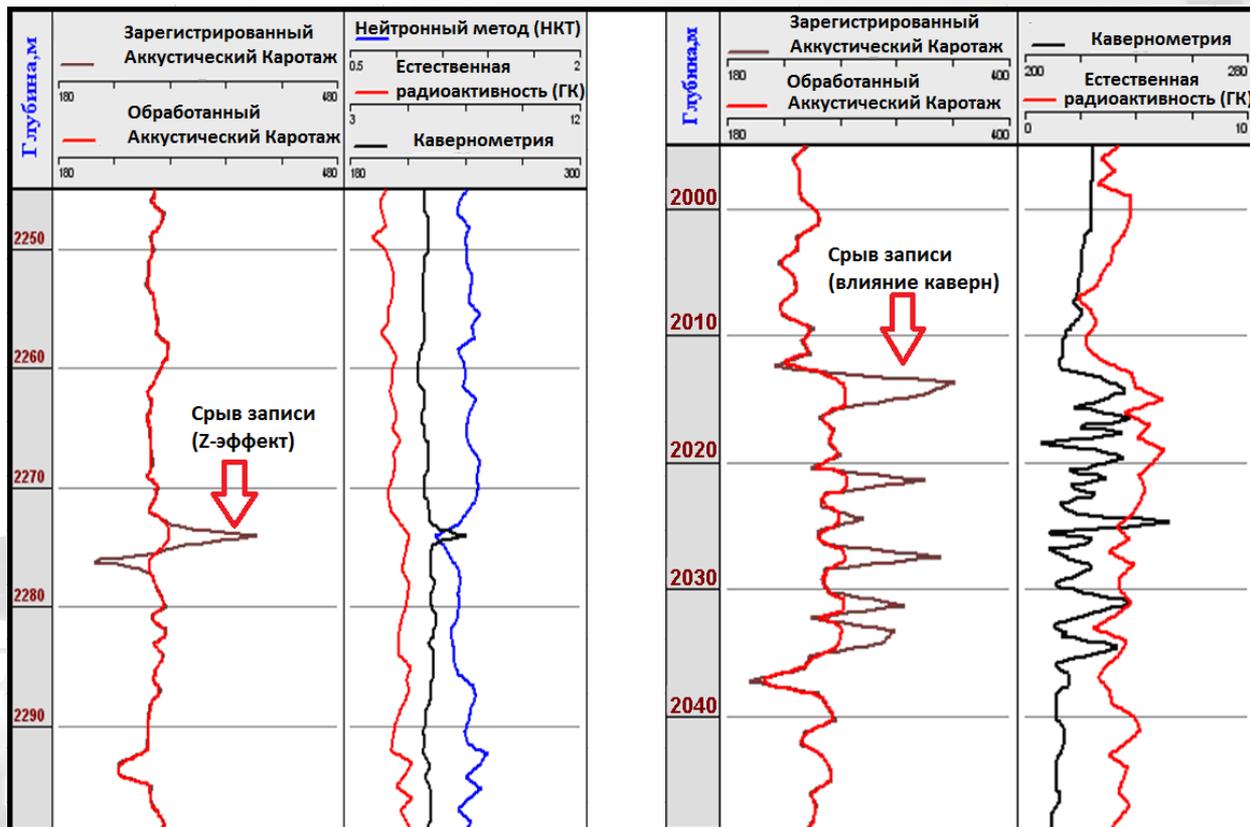
$$K_H(z) = 1 - \frac{\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3}{3}$$

Где: Φ_1, Φ_2, Φ_3 - перечисленные выше факторы, принимающие значения 0 (отсутствует фактор), 1 (присутствует фактор).

При построении сейсмогеологической модели показатель надежности дает дифференциальную (поинтервальную, поточечную) оценку субъективности кривых ГИС и указывает места, к которым нужно в первую очередь вернуться при рассогласовании данных ГИС – сейсморазведка.



Сущность обработки кривых АК

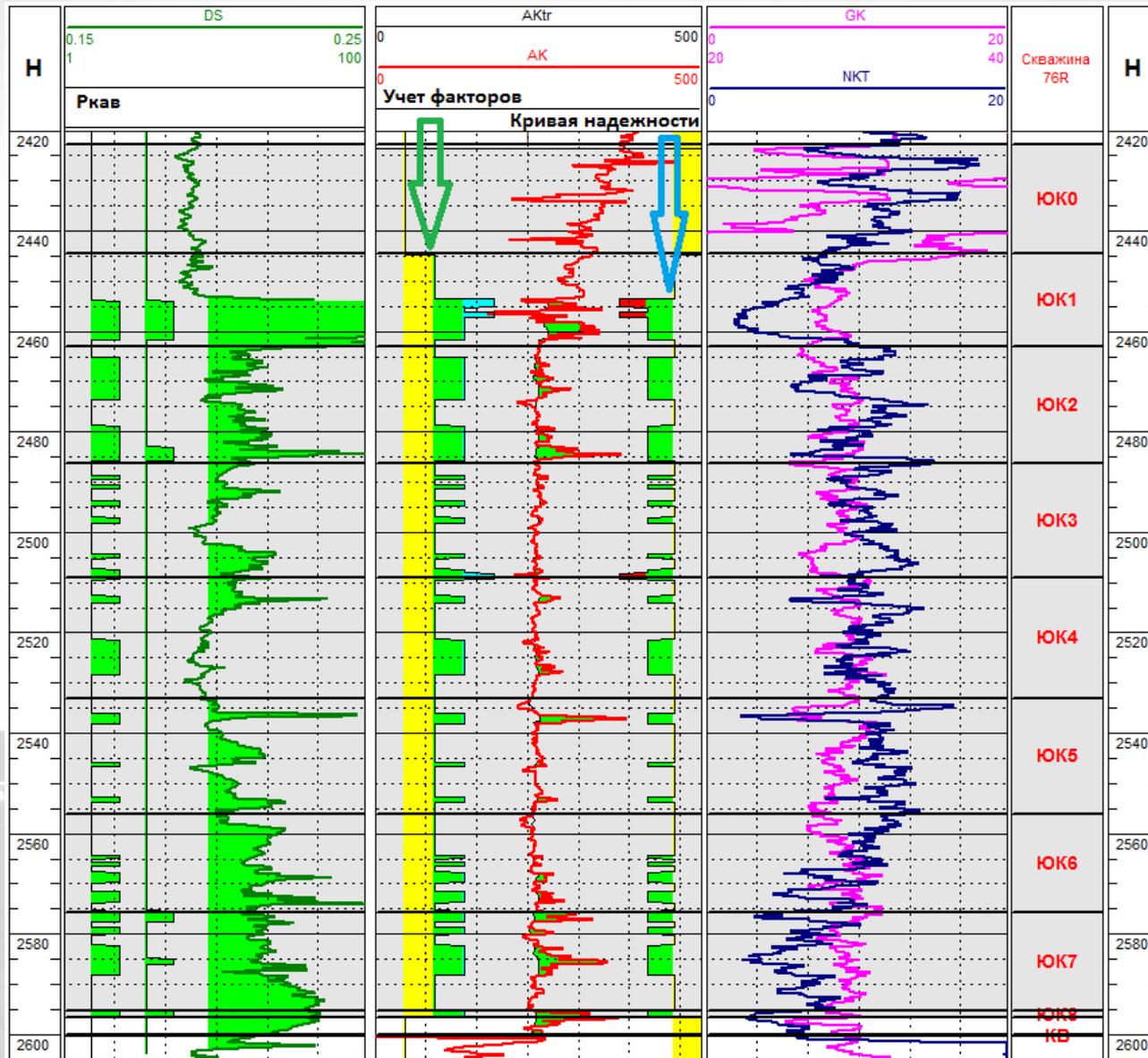


Пример коррекции кривых АК - за Z-эффект и влияние каверн.



ЛУКОЙЛ

Вероятность ошибок из-за влияния каверн и показатель надежности кривых



Вероятность каверн до обработки

$H = 152$ метра

$\Sigma h_i = 59,4$

$R_{кав} = 0,39$

Вероятность каверн после обработки

$\Sigma h_{i_is} = 15,3$

$R_{кав} = 0,1$

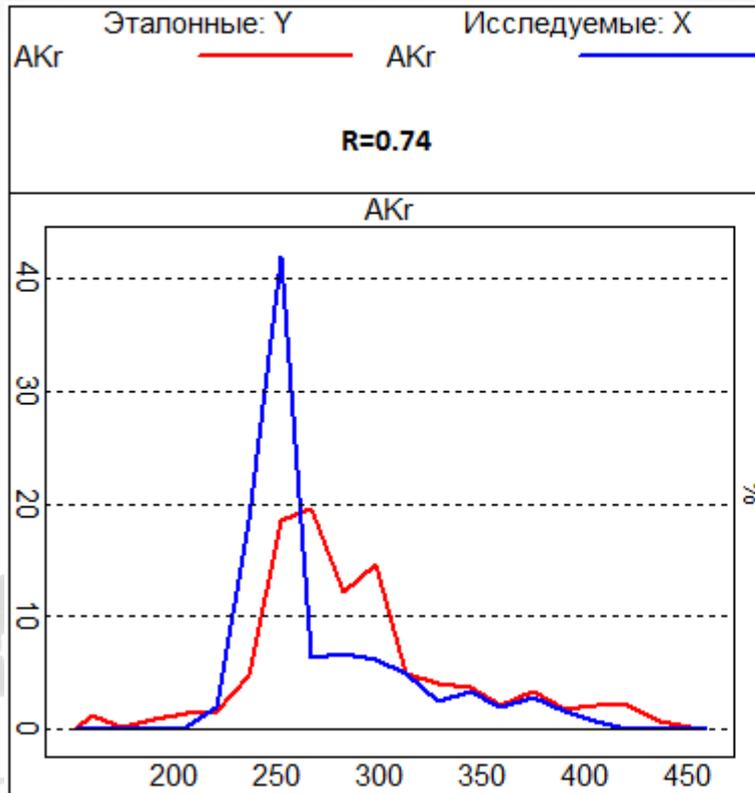
Вероятность аппаратурных ошибок до обработки

$P_a = 0,03$

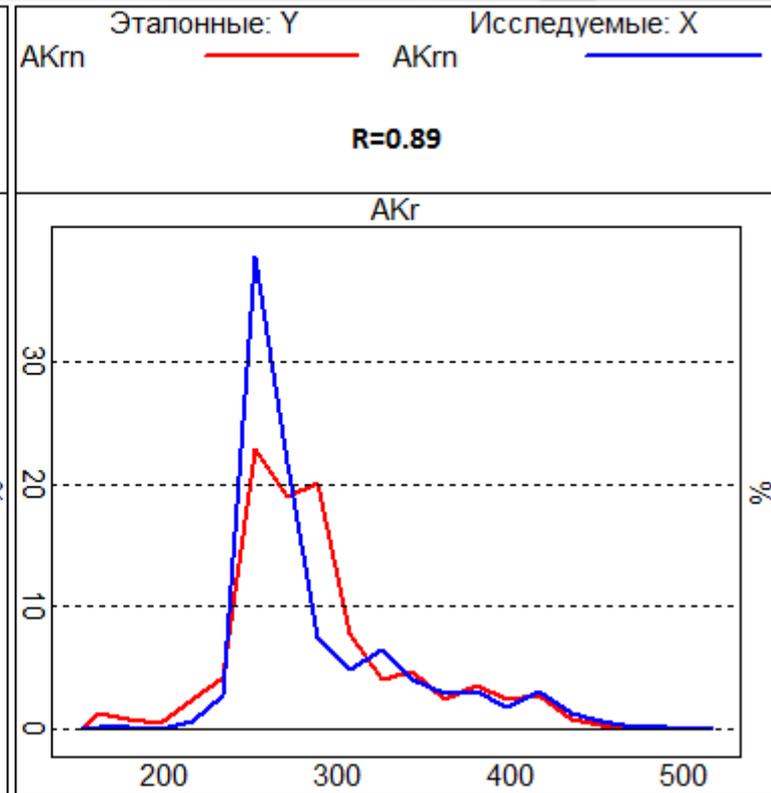
по обработанным данным АК

$P_a = 0,00$

Пример вероятности ошибки связанной со стандартизацией кривых



$P_H = 0,26$



$P_H = 0,11$



Контроль эффективности обработки



$$K_k = (1 - P_{\text{кав}}) * (1 - P_a) * (1 - P_n)$$

По исходным данным ГИС

$$P_{\text{кав}} = 0,39$$

$$P_a = 0,03$$

$$P_n = 0,26$$

$$K_k = 0,37$$

По обработанным данным ГИС

$$P_{\text{кав}} = 0,1$$

$$P_a = 0,0$$

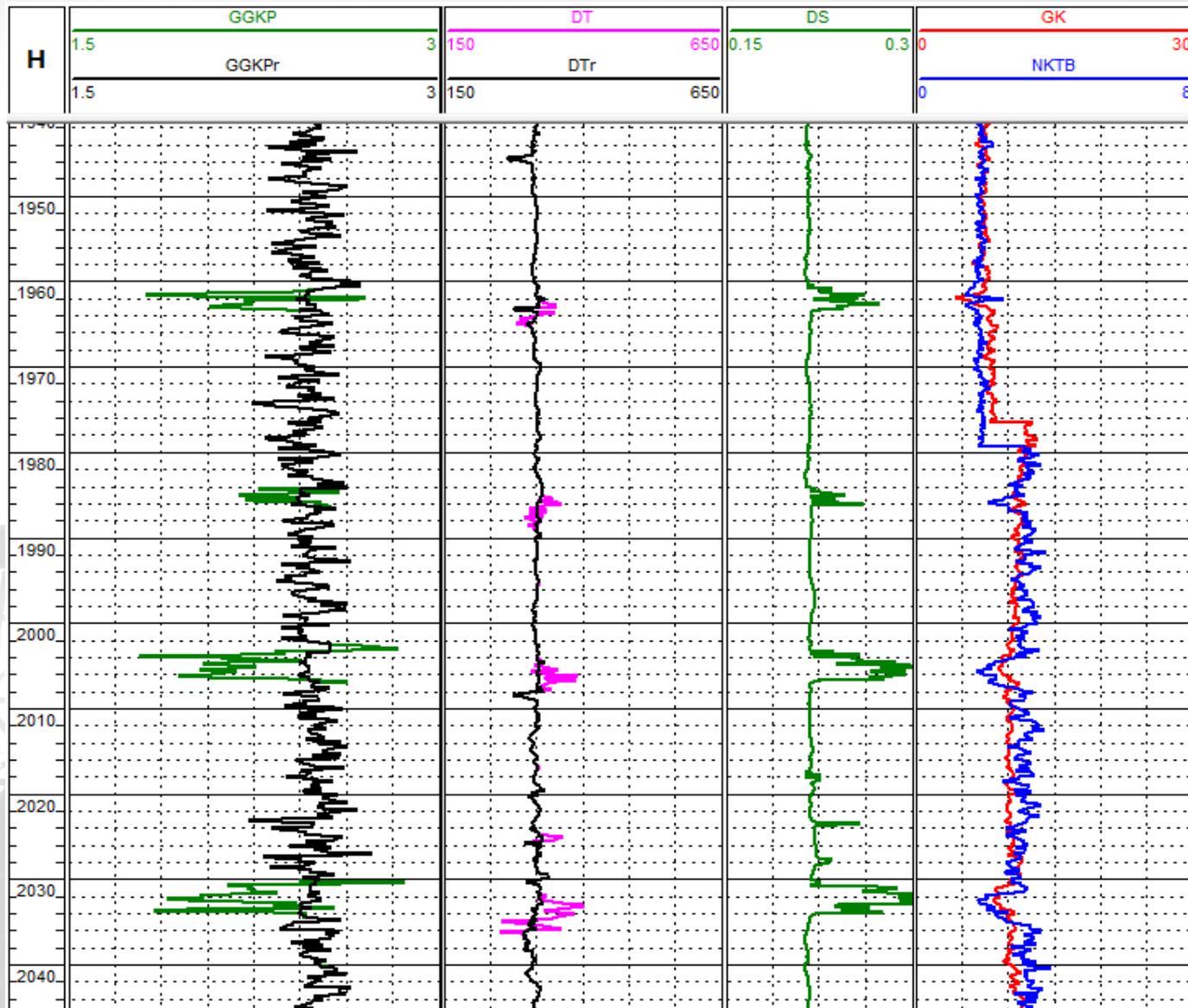
$$P_n = 0,11$$

$$K_k = 0,80$$

$$K_{\text{эо}} = \frac{K_k^{\text{вых}} - K_k^{\text{вх}}}{1 - K_k^{\text{вх}}}$$

$$K_{\text{эо}} = 0,68$$

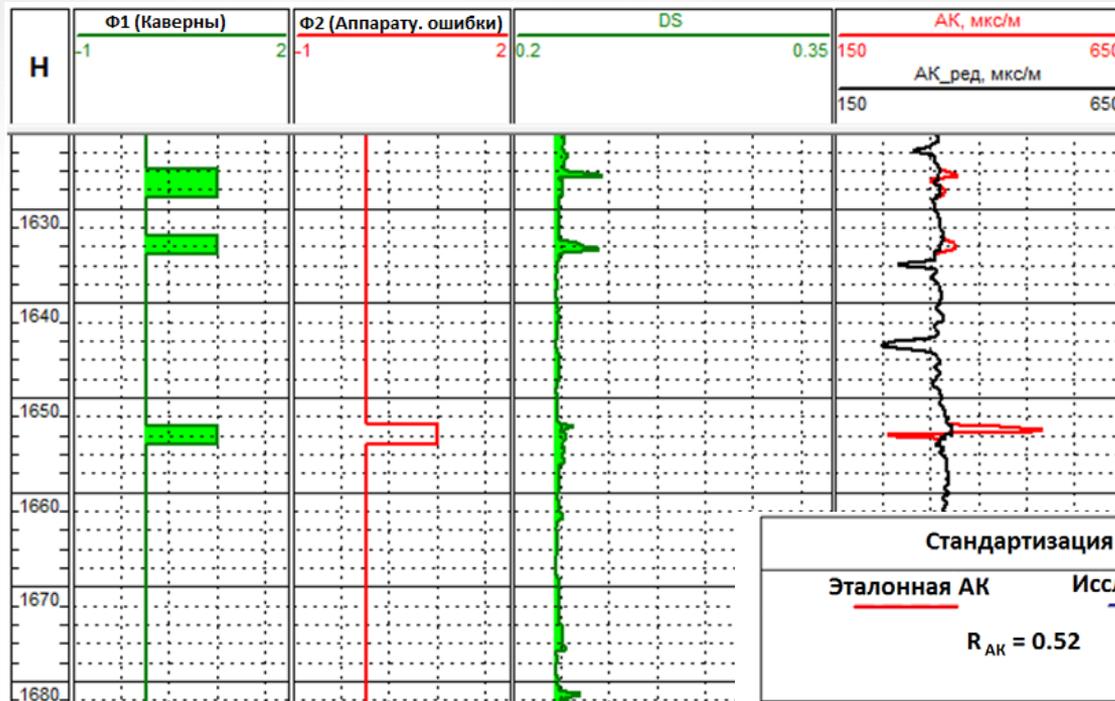
Пример обработки кривых АК и ГГК-П на Южно-Потанайской площади



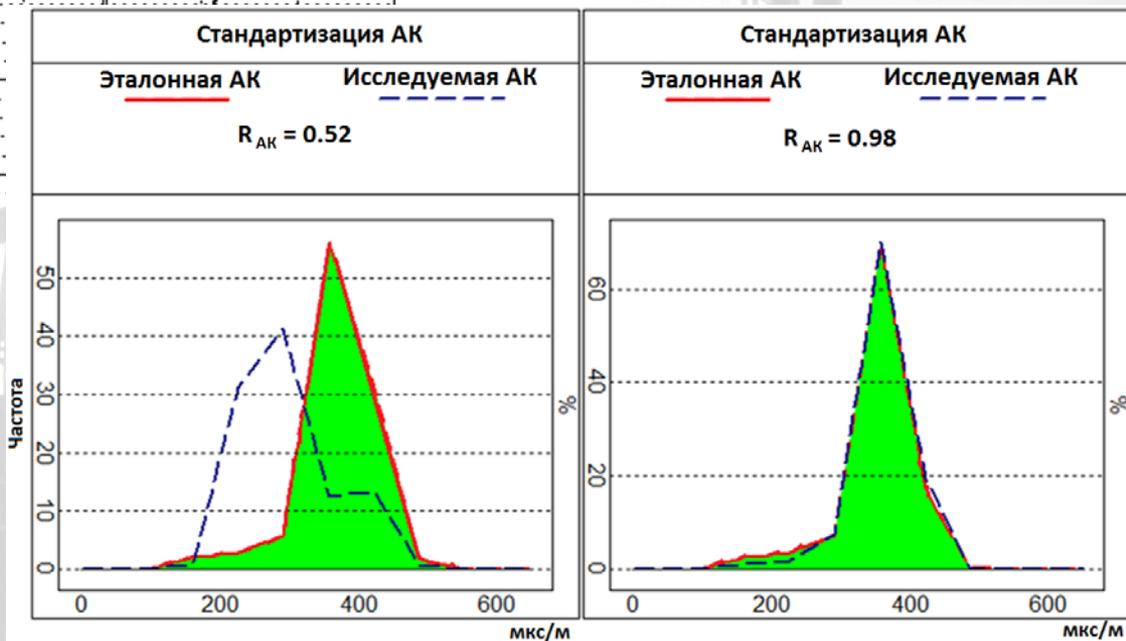


ЛУКОЙЛ

Оценка качества кривых АК на Южно-Потанайской площади



Оценка вероятности ошибок из-за влияния каверн и аппаратурных ошибок



Стандартизация кривой АК. Коэффициент корреляции до и после нормировки.

Результат расчета функции надежности по скважине Южно-Потанайской площади

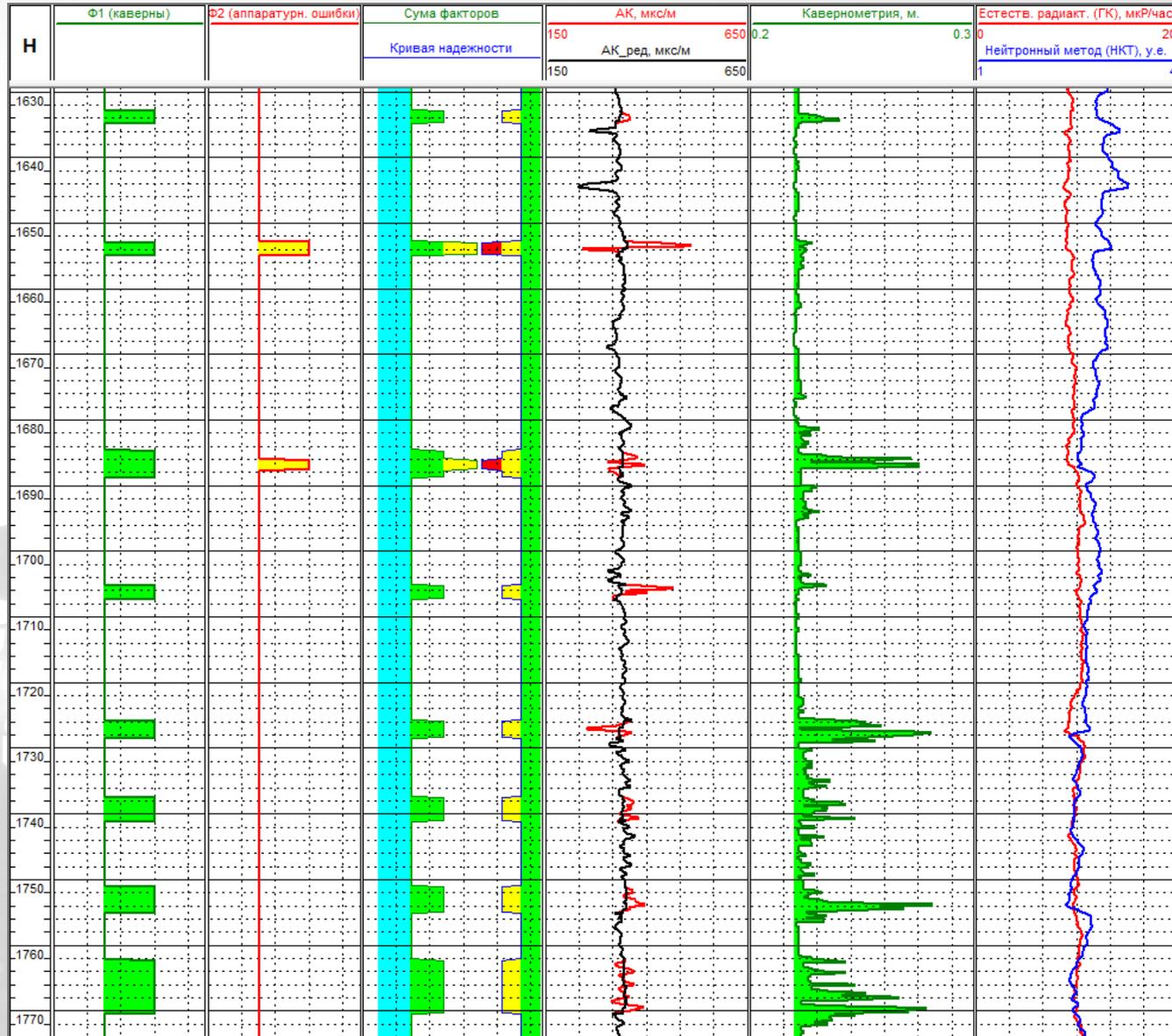




Таблица – Показатели качества и эффективности обработки данных АК

Скважина	До обработки				После обработки				Эффектив- ность
	Р _{кав}	Р _а	Р _н	КК	Р _{кав}	Р _а	Р _н	КК	К _{эо}
1	0.177	0.005	0.48	0.425	0.017	0.000	0.020	0.963	0.936
2	0.137	0.000	0.530	0.406	0.020	0.000	0.010	0.971	0.951
3	0.269	0.005	0.300	0.509	0.063	0.000	0.010	0.928	0.853
4	0.076	0.011	0.310	0.630	0.000	0.000	0.020	0.980	0.946
5	0.070	0.000	0.470	0.493	0.027	0.000	0.030	0.944	0.890
Среднее				0.532				0.959	0.915



Автоматизация оценки качества кривых АК и ГГК-П



Геофизический Калькулятор - [оценка качества-окончательная]

```
//Переменные, их нельзя менять:
Rkav=0;
Pa=0;
Rkav1=0;

//если нужно просчитать в интервале, *DTx убираем и задаем интервал внизу
formula Вероятность_ошибки_каверны_до_обработки (*P) (*DT,*DTx) *DTx //расчет ведется по DTx
{
  *P=NULL;
  if(*DT!=NULL && *DTx!=NULL)
  {
    if(abs(*DT-*DTx)>0.1) *P=1;
    else *P=0;
  }
}

formula Вероятность_ошибки_аппаратурная_до_обработки() (&*P1) *P
{
  *P1=0;
}

//значения в интервале Z-эффекта задаем руками = 1

formula Вероятность_ошибки_каверны_после_обработки() (&*P2) *P
{
  *P2=0;
}

//значения в спорных интервалах задаем руками = 1

formula Заголовок_таблицы () ()
{
  protocol_path(formula_path(),"качество.xls");
  if(CUR_WELL_NUM()==0)
  {
    empty_protocol();
    protocol("<html xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml'>");
    protocol("<head><meta http-equiv='Content-Type' content='text/html; charset=windows-1251'></h");
  }
}
```

месторождение: Средне-Итурское
 скважина/куст/интервал: 29 / к9 / 22
 интервал: []

кривая	ZK	ZP	количество	шаг
APS	2397.2	2944.6	2738	0.2
BK	2387.5	2951.1	2819	0.2
DGK	2447.8	2929.6	2410	0.2
DNK	2447.8	2929.6	2410	0.2
GK	2447.8	2927.8	2401	0.2

База: C:\GEOPOISK\Rbd\TEST.MP

Оценка качества [Только для чтения] - Microsoft Excel

1	Скважина	до обработки				после обработки			Эффективн ость
		Rkav	Pa	Rn	Kk	Rkav	Rn	Kk	
3	00205P	0.159	0.008	0.110	0.742	0.040	0.010	0.950	0.807
4	00219П	0.199	0.007	0.060	0.747	0.069	0.010	0.921	0.689
5	00225P	0.177	0.005	0.440	0.425	0.017	0.020	0.963	0.936
6	00231П	0.137	0.000	0.530	0.406	0.020	0.010	0.971	0.951
7	00303P	0.269	0.005	0.300	0.509	0.063	0.010	0.928	0.853
8	00070P	0.076	0.011	0.310	0.630	0.000	0.020	0.980	0.946
9	00089P	0.070	0.000	0.470	0.493	0.027	0.030	0.944	0.890
10	Среднее				0.564565			0.951048	0.8673874

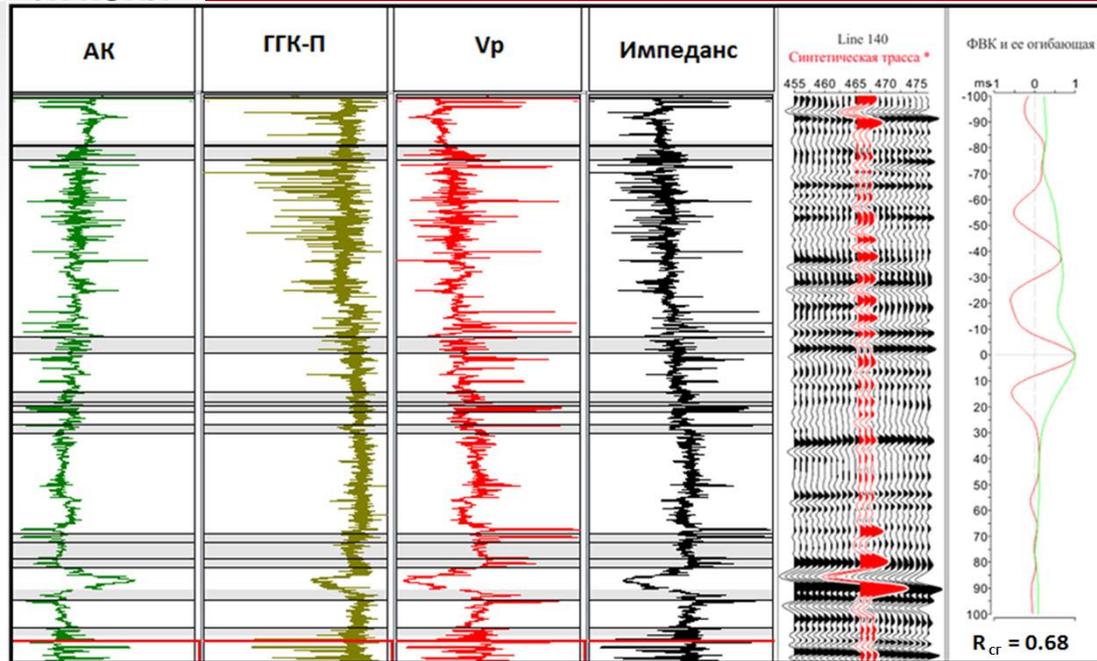
00225P_каверны ...

1	Скважина	00225P	каверны
66	1937.9	1940.9	3
67	1960.9	1964.9	4
68	1982.9	1987.3	4.4
69	2018.1	2020.9	2.8
70	2064.7	2065.9	1.2
71	2129.9	2130.1	0.2
72	2174.9	2179.1	4.2
73	2210.3	2218.3	8
74	2220.3	2224.5	4.2
75	Всего:		234.4
76	Rkav:		0.134

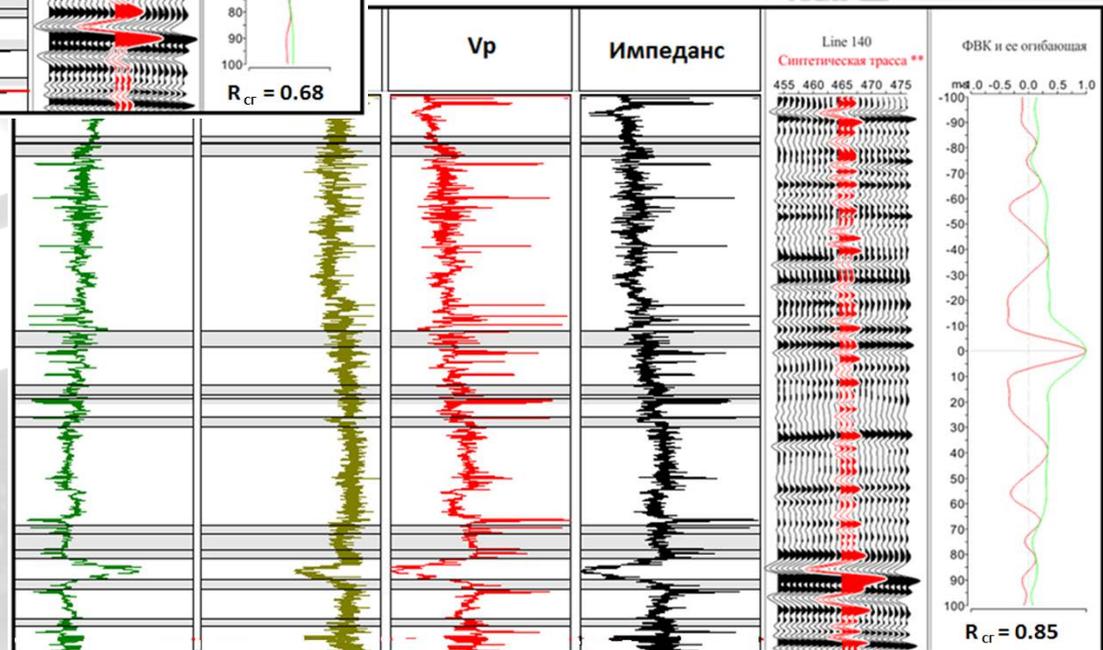


ЛУКОЙЛ

Пример влияния качества кривых АК, ГГК-П на результат привязки данных сейсморазведки к скважинам.



а)



б)

Заключение



В работе предложен адаптивный (управляемый) подход к обработке данных ГИС для целей построения сейсмогеологических моделей, основанный на формализации показателей качества кривых ГИС и взаимоувязанном учете основных факторов не связанных с изучаемыми объектами. Предлагаемая формализация процесса обработки позволяет управлять указанным процессом, сделать его более прозрачным, объективным, контролируемым. Кроме того, такая формализация позволяет формировать базы данных и знаний для эффективного решения задач геологического моделирования по комплексу данных ГИС-сейсморазведка. Также формализация методик позволяет повысить эффективность подготовки и повышения квалификации специалистов, то есть перевести эту деятельность из разряда искусства в разряд наукоемких технологий. Это особенно важно в многоэтапных процессах геологического моделирования. Целесообразно развитие предлагаемого подхода на другие этапы обработки и интерпретации данных ГИС и сейсмогеологического моделирования, совершенствование методического и алгоритмического обеспечения настройки предлагаемого подхода применительно к конкретным (типовым) сейсмогеологическим условиям.

ЛУКОЙЛ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



ЛУКОЙЛ