Геологическая модель аптского газоконденсатного месторождения

(площадь Британия, Северное море)

Автор: Давыдова О.П., студентка РГУ нефти и газа

Научный руководитель:
Лобусев А. В., д. г-м. наук, профессор

Консультант:
Забродоцкая О. Н., старший геофизик ООО «ПГС СНГ»

Введение

Цель: построение геологической модели аптского газоконденсатного месторождения.

Решаемые задачи: определение подсчетных параметров.

Программное обеспечение: комплексный пакет Tigress.

Объект изучения - газоконденсатное месторождение, приуроченное к терригенным отложениям нижнего мела, аптскому ярусу.

Литостратиграфически данные отложения принадлежат к формации Sola, Britannia member.

Формация Sola рассматривается как мощное песчаное тело с многочисленными прослоями глин, глинистых песчаников и известняков, доломитизированных известняков.

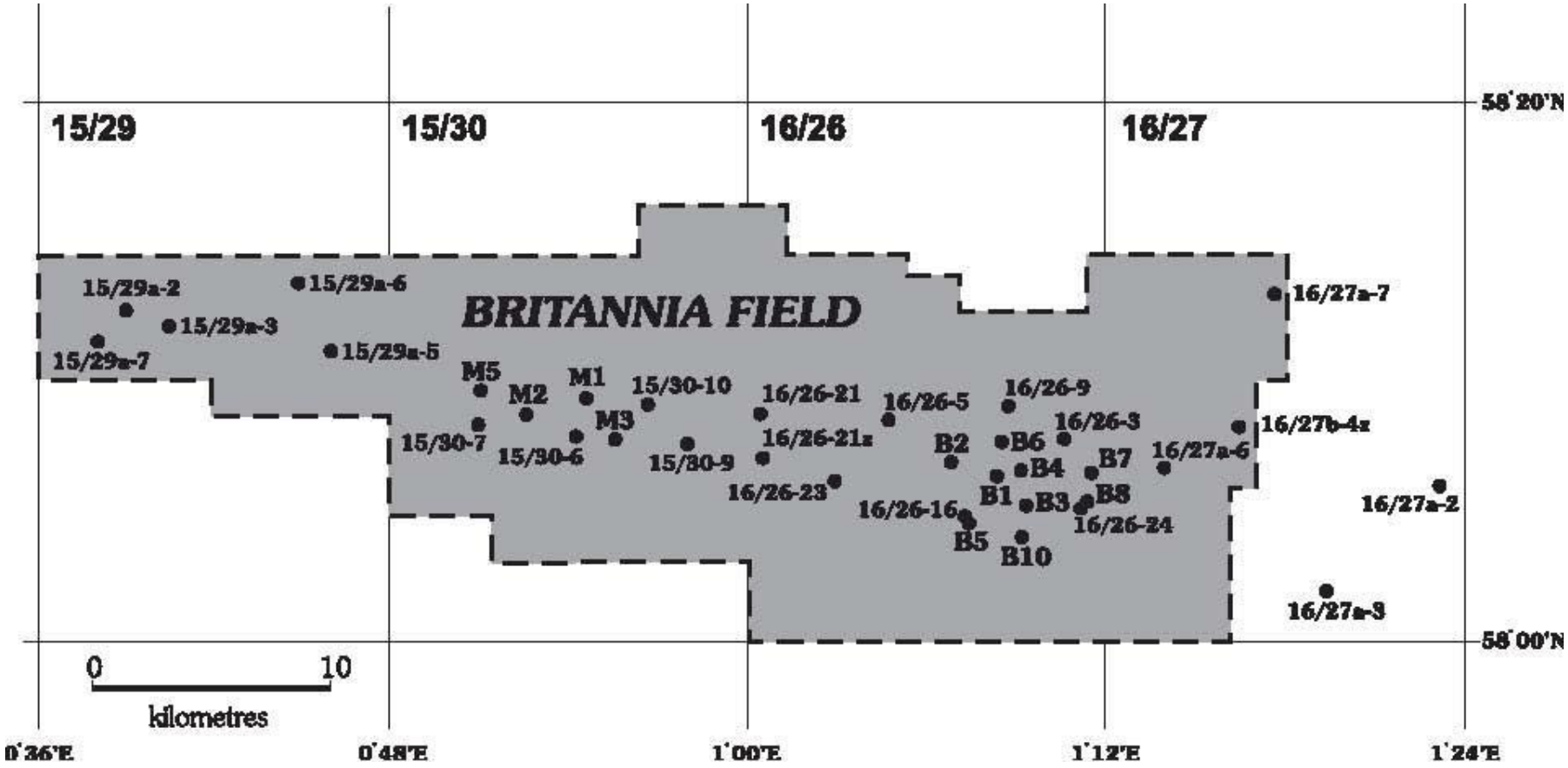
Основная нефтематеринская толща: Kimmeridge clay (J3)

Условия формирования: трансгрессивный цикл, турбидитные потоки, конусы выноса.

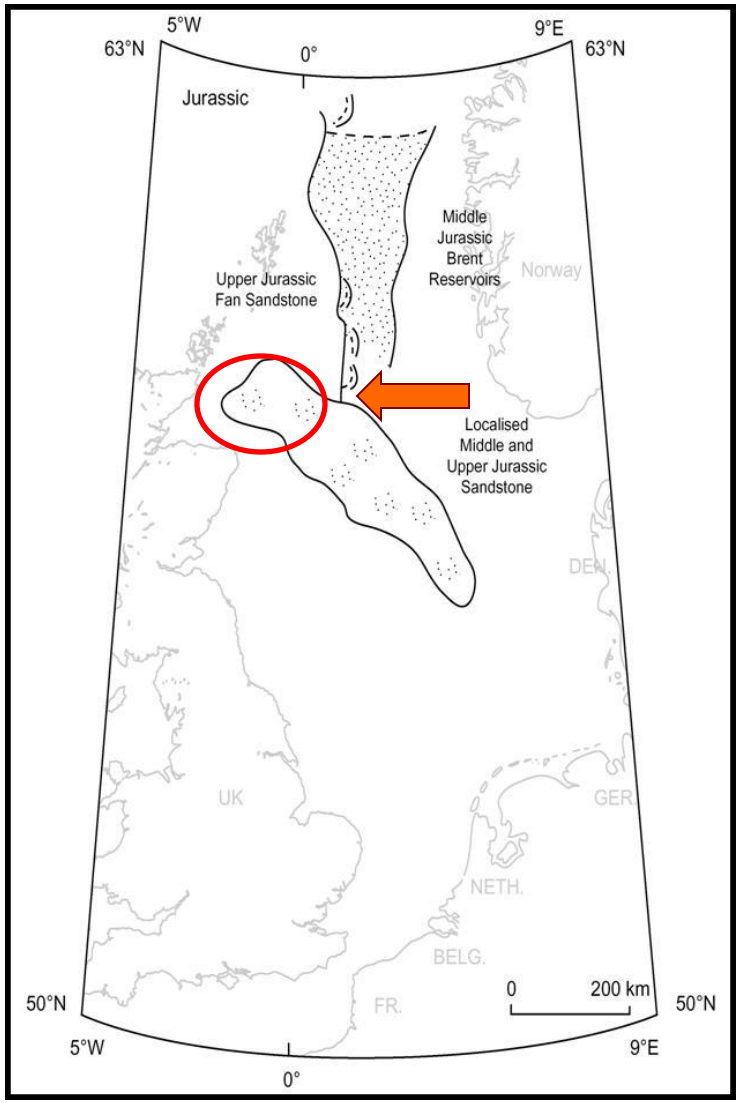
Месторасположение: центральная часть Северного моря, в 225 км к северо-востоку от Абердина, площадь Британия.

Тектоническая карта региона

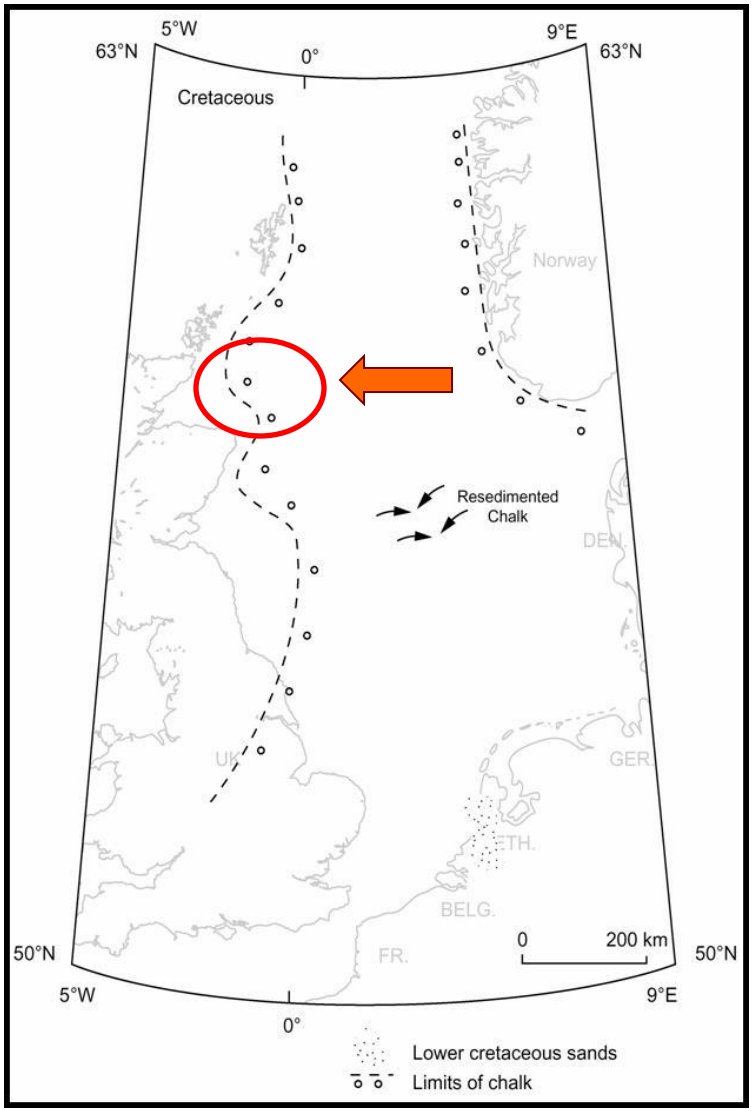
Схема расположения скважин площади Британия



Схематические палеокарты отложений юры и мела

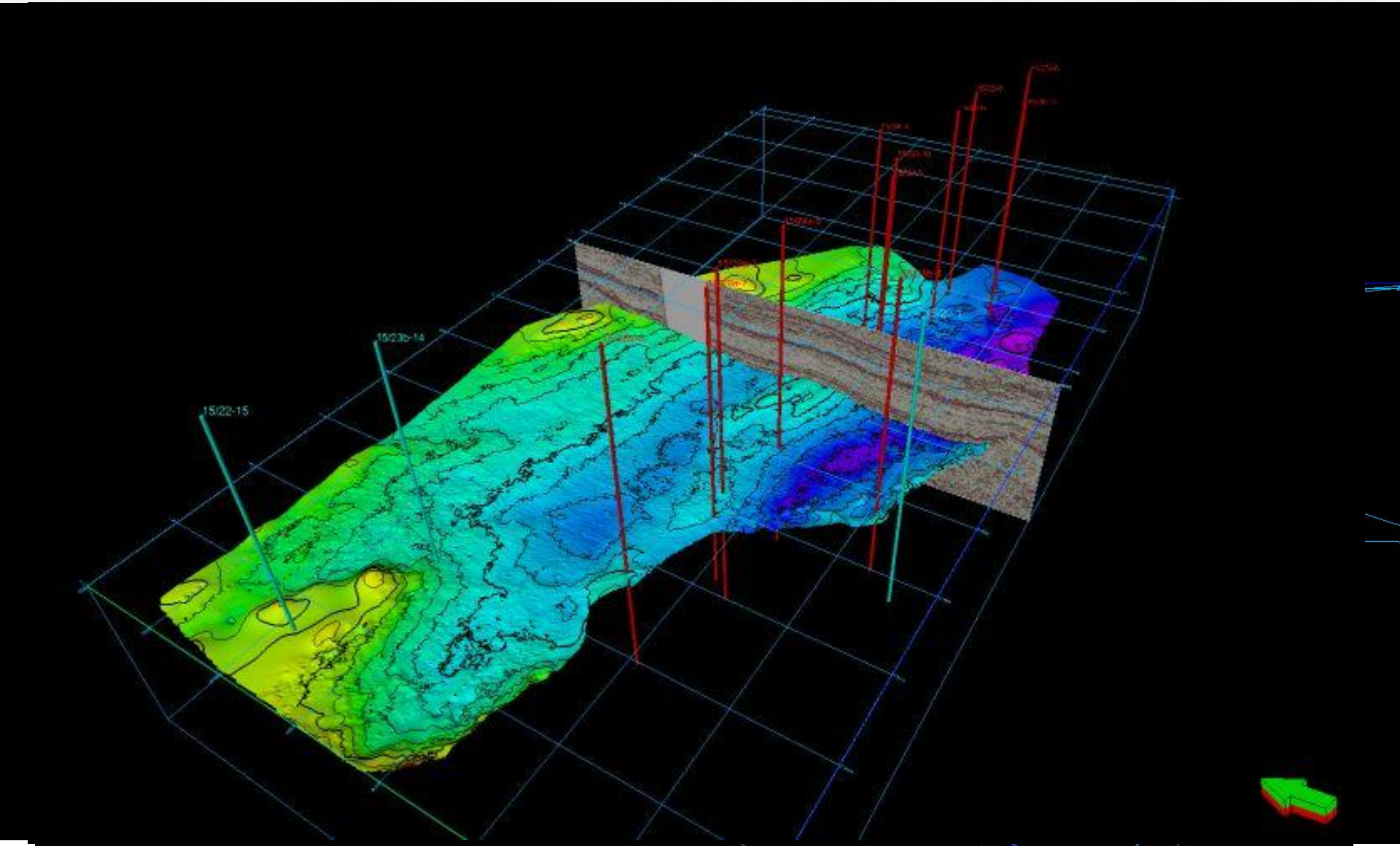


Jurassi



Cretaceo

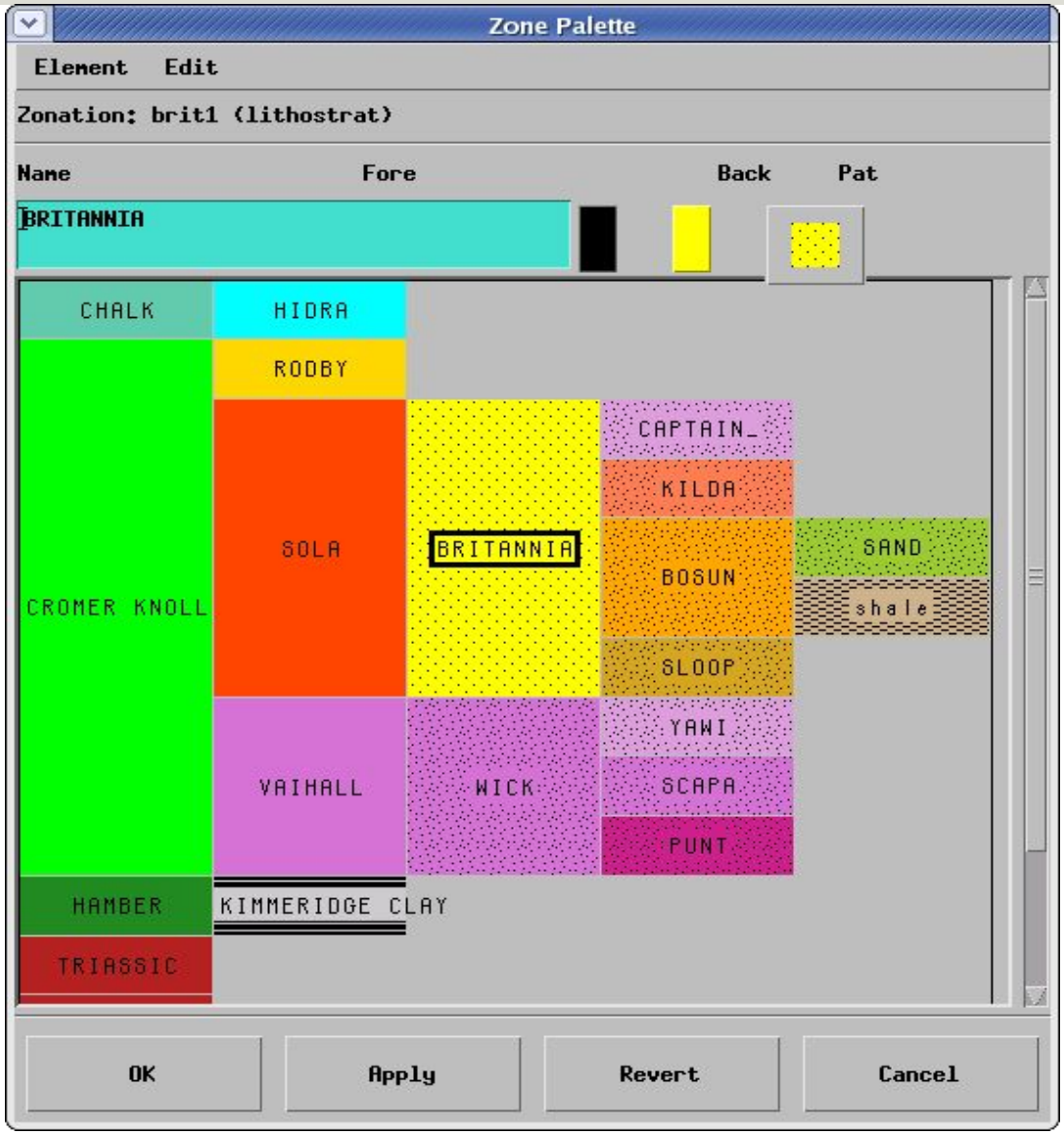
Моделирование продуктивного пласта в среде Petrel



Местное стратиграфическое деление продуктивной части разреза

Chronostratigraphy		Biostratigraphy		Lithostratigraphy		
			Sandstone			
Upper Cretaceous	Cenomanian				Hidra Fm.	Chalk Group
Lower Cretaceous	Albian				Rodby Fm.	Cromer Knoll Group
			Captain	Britannia	Sola Fm.	
	Aptian	Nutfieldiensis				
			Captain			
			Kilda			
			Bosun			
		Ewaldi Marl				
			Sloop			
		Fischschiefer				
	Barremian			Wick	Valhall Fm.	
			Yawl			
		Munk Marl				
	Hauterivian		Scapa			
	Valanginian					
			Punt			
Jurassic	Ryazanian	Kimmeridge clay				Humber Group

Палетка для зонирование площади Британия



Загрузка *las-файлов в базу данных, файлов с дополнительной информацией

Import/Export System

Data Tasks Help

Link Format LAS

Data Types Log

Filename

Apply

Log Load and Edit

Data Utilities

Well name 15/30 - 3

Operator CONOCO-BNOC-GULF

Tool String Log number 1

Contractor Schlumberger

Pop up expert panel

Propagate standoff

Spud Date 01-May-1980 Log Date 01-May-1980 Tool centred Yes

Drillers TD m 4022.141 Loggers TD m 4022.141 Standoff cm 0.000

BH depth m 4021.227 BHT deg C 135.00000 THT deg C 20.00000

Mud

Mud Name LIGNOSULPHONATE

Mud Type Barite KCl Oil based

Density g/cc 1.1300 Viscosity cp 45.000 KCl conc. ppm 0

pH 11.000 Fluid Loss cc 6.000

Rm ohmm 0.487 Rmf ohmm 0.429 Rmc ohmm 0.258

Tm deg C 29.44444 Tmf deg C 13.88889 Tmc deg C 13.88889

Casings

Cell Value

	Loggers Depth Metres	Drillers Depth Metres	Casing Diameter cm	Casing Weight kg/m

Bit Sizes

Cell Value 169.7736

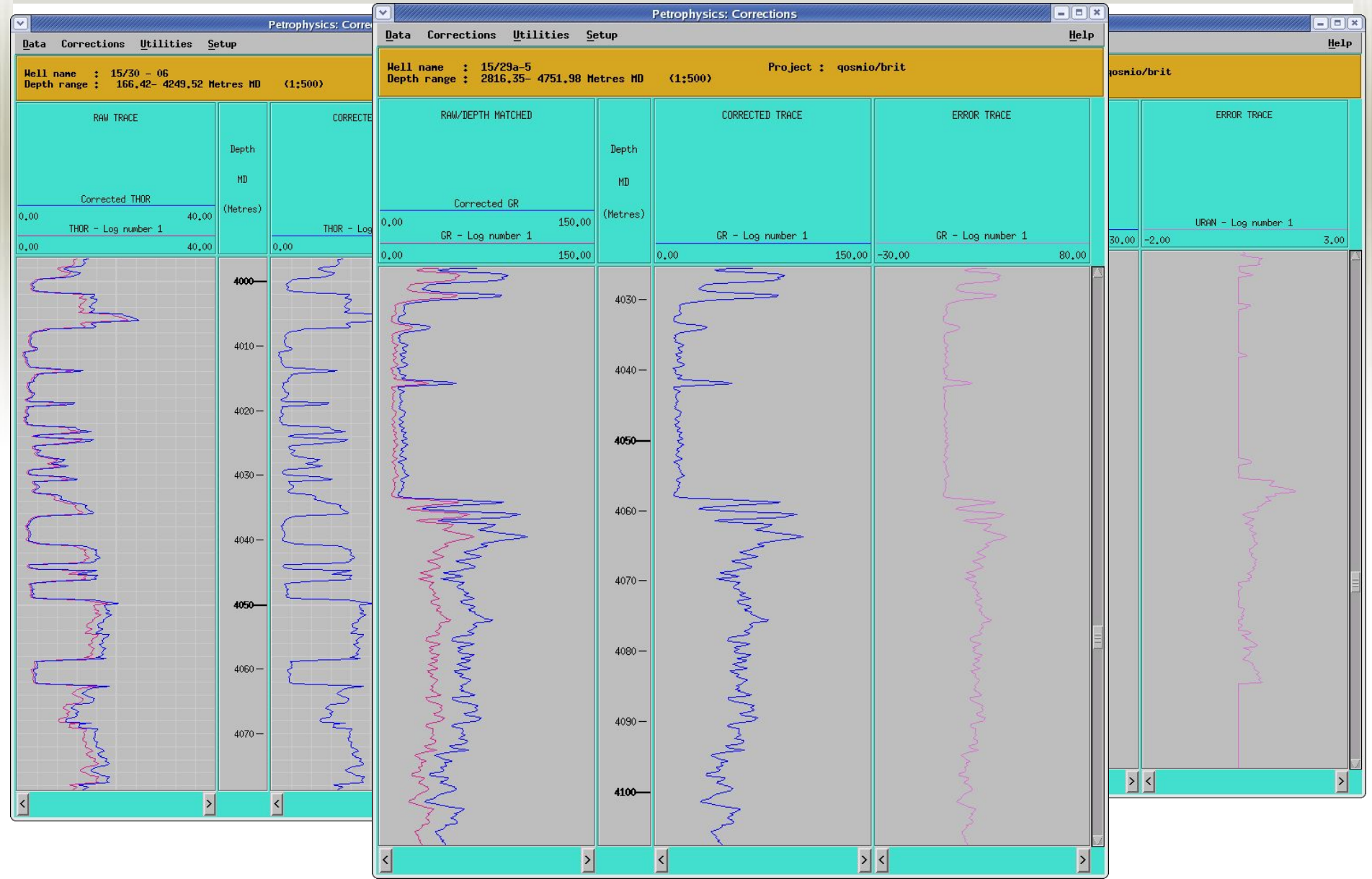
	Loggers Depth Metres	Drillers Depth Metres	Drill Bit Size cm
1	169.77	214.58	91.440
2	214.58	487.68	66.040
3	487.68	1850.44	44.450

Units Metric

Cell Value 17.

		LLS RAW
1	.12	-99
2	.27	-99
3	.42	-99
4	.57	-99
5	.73	-99
6	.88	-99
7	.03	-99
8	.18	-99
9	.34	-99
10	.49	-99
11	.64	-99
12	.79	-99
13	.95	-99
14	.10	-99
15	.25	-99
16	.40	-99
17	.56	-99
18	.71	-99
19	.86	-99
20	.01	-99
21	.17	-99
22	.32	-99
23	.47	-99
24	.62	-99
25	.77	-99
26	.93	-99
27	.08	-99
28	.23	-99
29	.38	-99
30	.54	-99
31	.69	-99
32	.84	-99

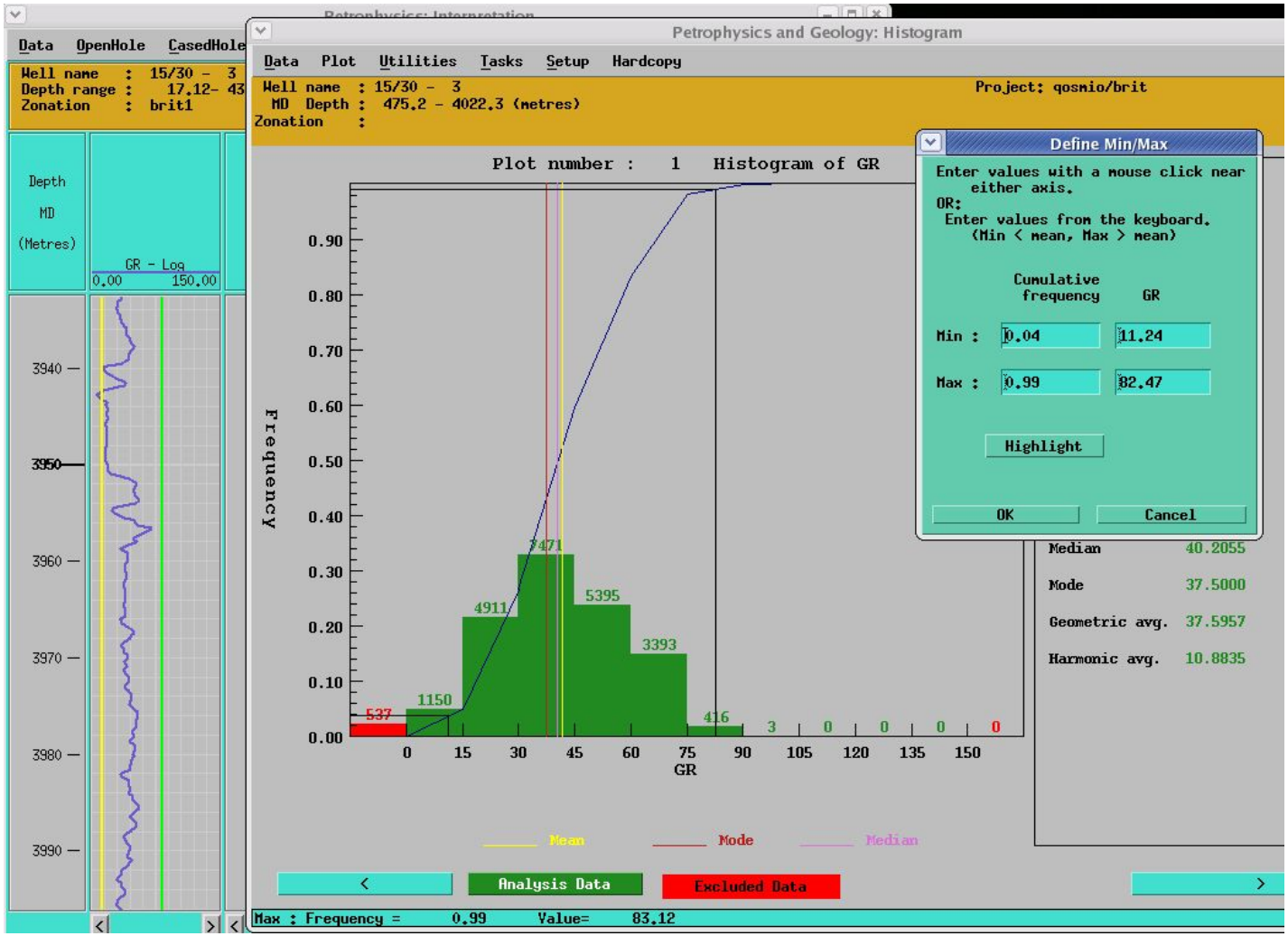
Предварительная обработка: внесение поправок (за влияние скважины, за влияние зоны проникновения)



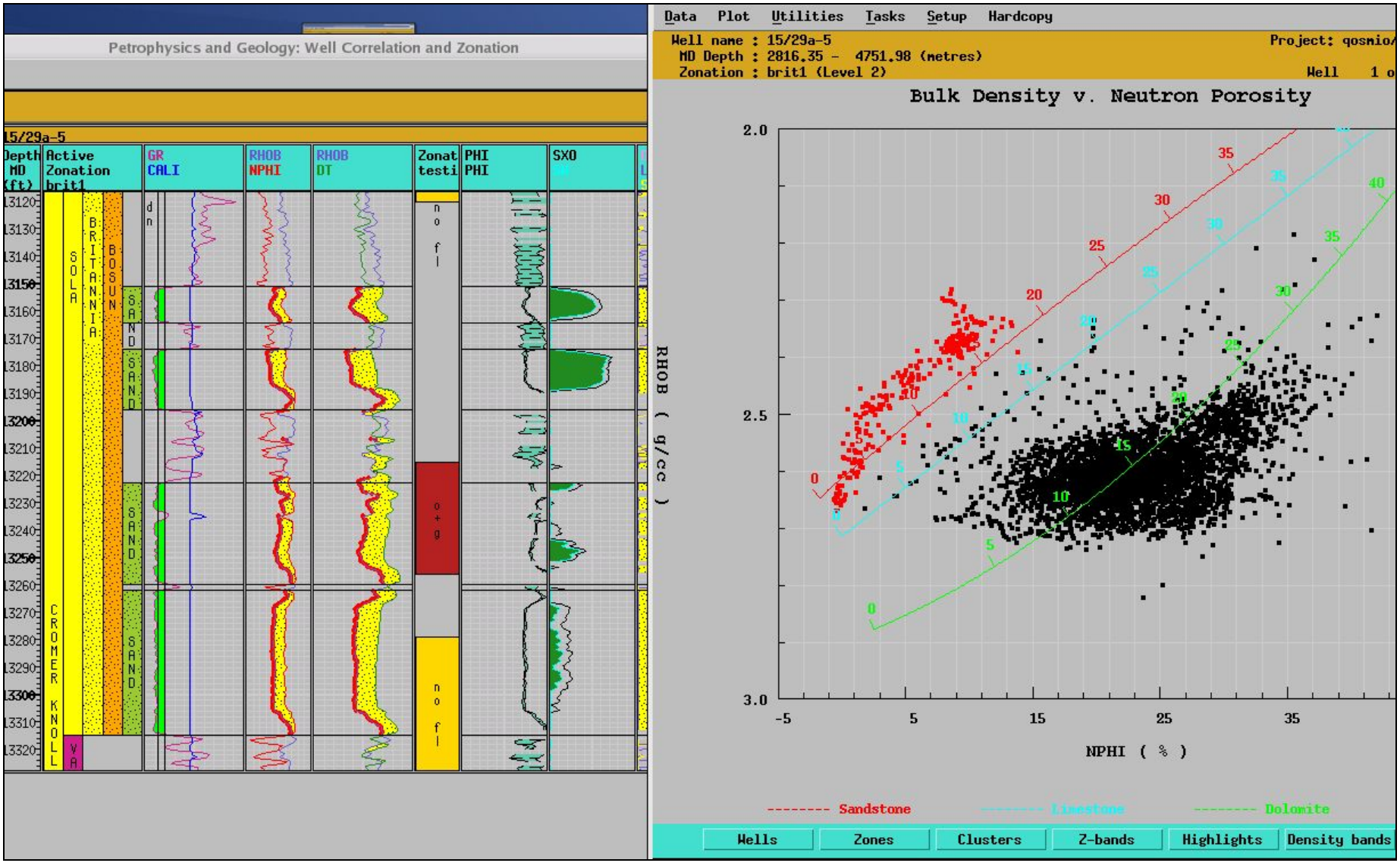
Интерпретация методов ГИС

- Расчет глинистости по методу ГК (GR):
  построение гистограмм для определения
  минимальных и максимальных значений ГК.
- Метод ПС (SP) не информативен, бурение производилось на высокоминерализованной воде
- Построение кроссплотов по комплексу нейтронного, плотностного и акустического каротажа (NPHI-RHOB-DT)
- Выделение коллекторов по кондиционному значению эффективной пористости, принято по литературным данным 6%.
- Определение литологической принадлежности пластов-коллекторов
- Определение коэффициента водонасыщенности (Sw) по методам сопротивления (ILD-ILS)
- Определение параметра газонасыщенности
- Продуктивное расчленение разрезов скважин
- Построение разрезов детальной корреляции

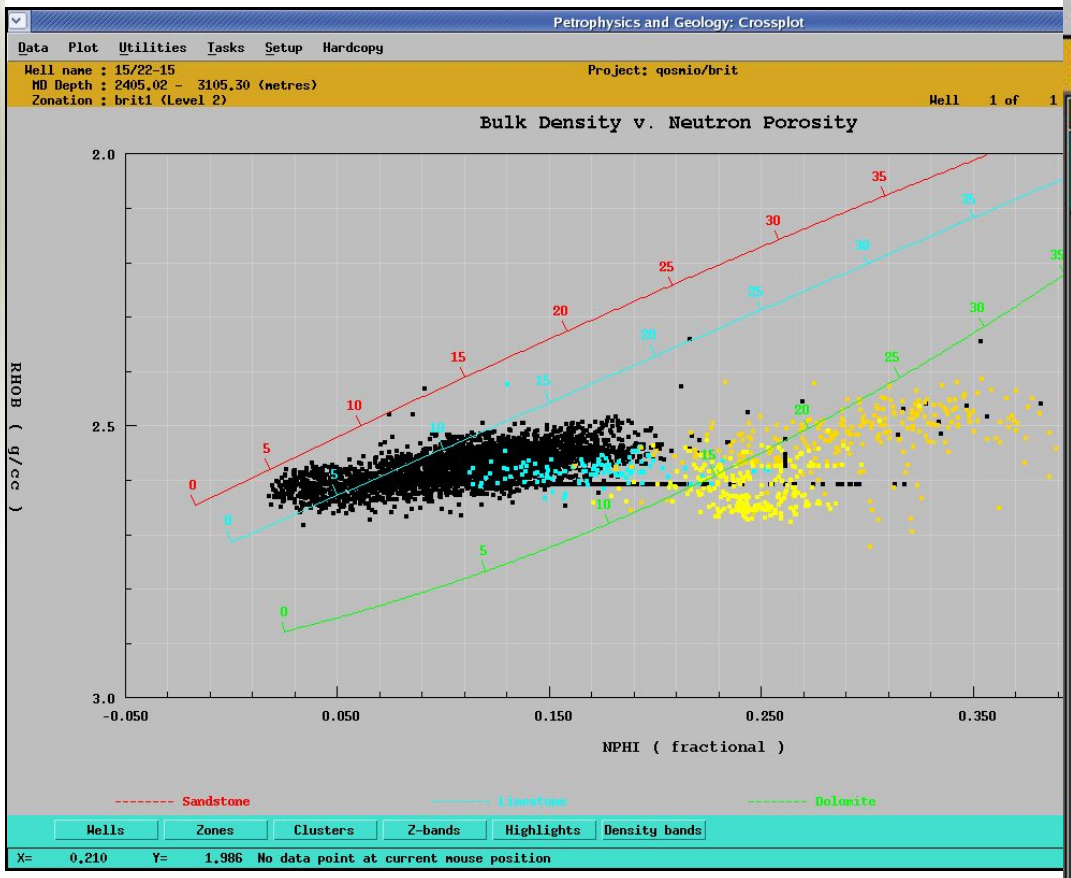
Интерактивный кроссплот для определения максимума и минимума ГК

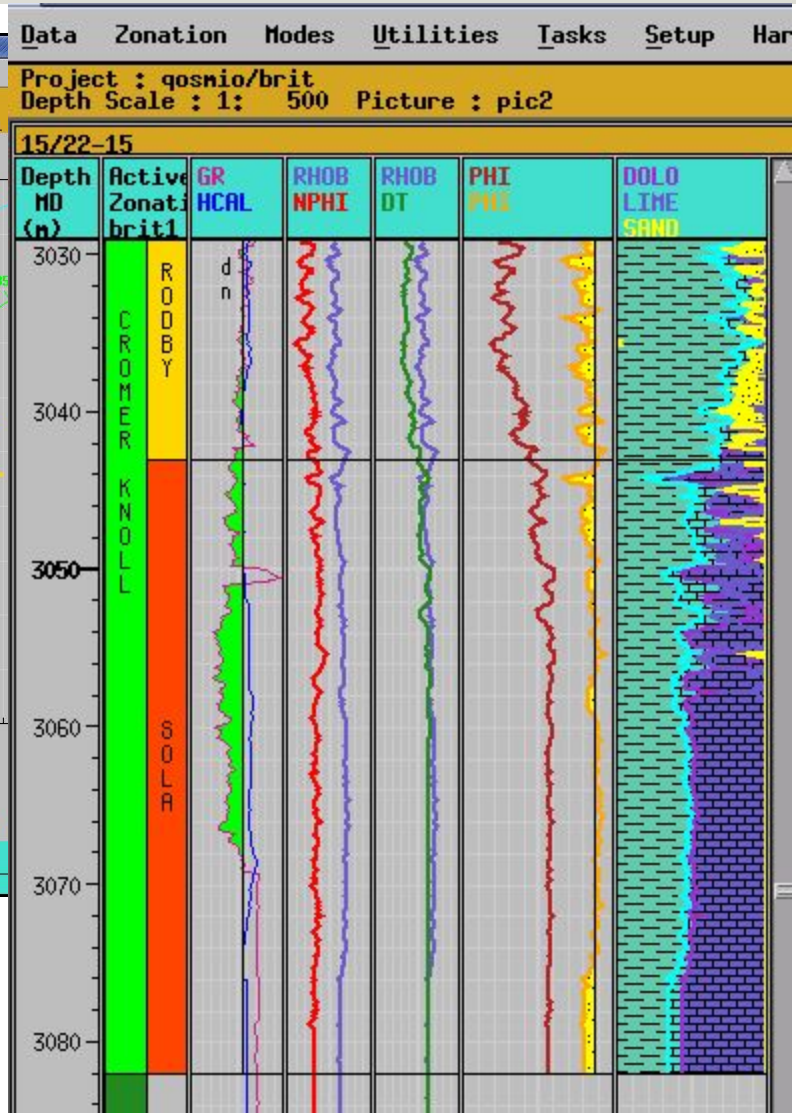


Выделение пластов-коллекторов по комплексу ГИС , определение их литологической принадлежности

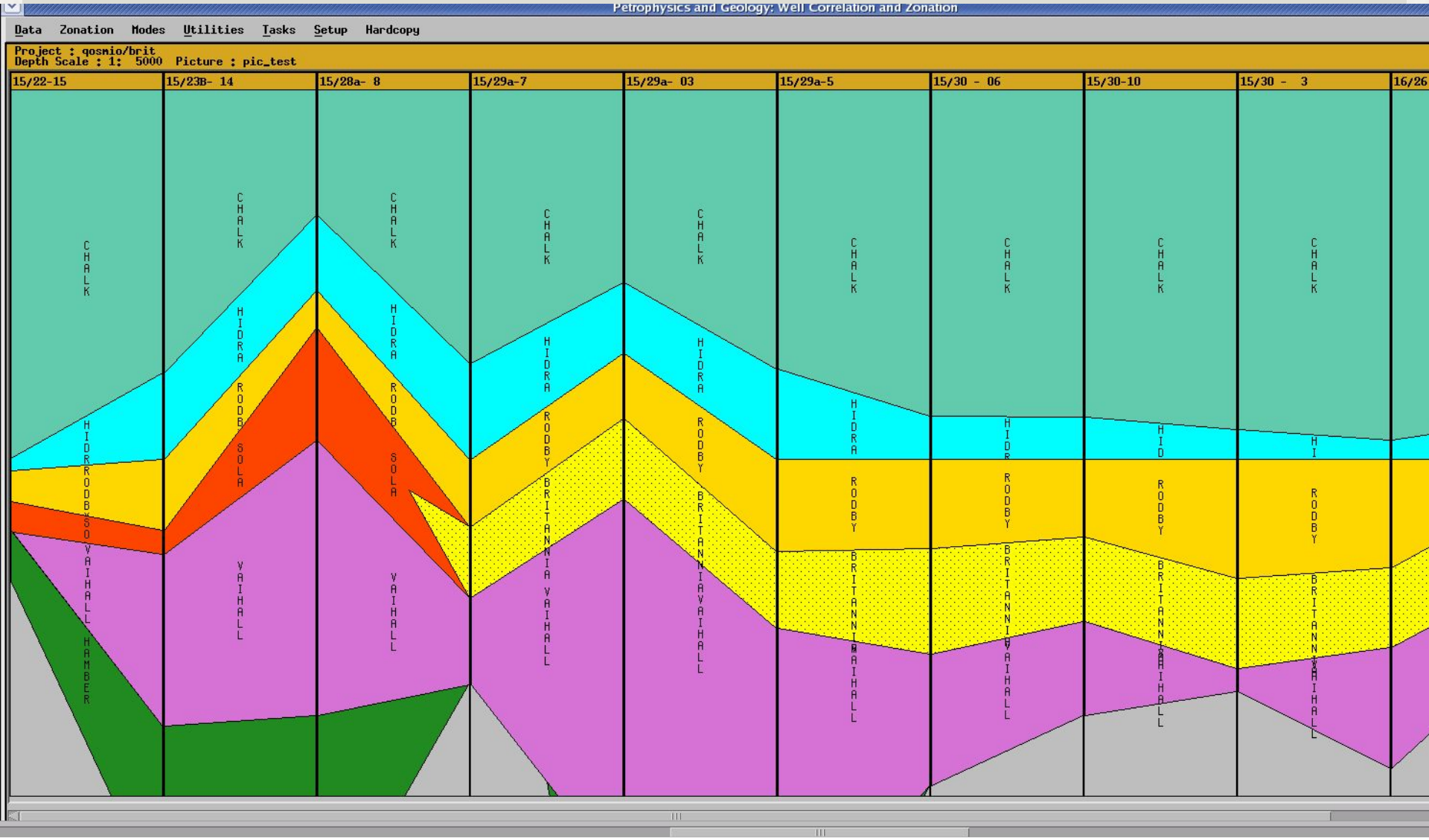


Отсутствие коллекторов в рабочей части разреза на примере скв. 15-22-15





Детальная корреляция разрезов скважин



Обоснование газоводяного контакта

Обоснование газоводяного контакта (ГВК) в целом для залежи по данным результатов интерпретации ГИС невозможно, так как рассматриваемая часть разреза находится выше газоводяного контакта.

Поверхность ГВК для залежи носит сложную форму. Исходя из литературных источников[1], абсолютная отметка ГВК для всей площади Британия равна **(-4014) м.**

Градиент падения ГВК имеет северо-восточное направление и равен 30 м/км.

Из имеющихся скважин по результатам опробования в скв. **016-26-16** получена вода на глубине **(-4138,9) м.**

Все рассматриваемые скважины являются вертикальными.

.

[1] G. A. Blackbourn and M. E. Thomson Britannia Field, UK North Sea: petrographic constraints on Lower Cretaceous provenance, facies and the origin of slurry-flow deposits.

Изучение макронеоднородности продуктивного пласта

	Продуктивный пласт	SOLA				Кол-во пропластков	
скважина		кровля	подошва	Н общ	Нэф		Нэф/Нобщ
		м	м	м	м		
15/30 - 3	SOLA	3889,23	4008,36	119,13	24,5	8	0,21
15/30-10	SOLA	3897,91	3990,80	92,89	97,89	8	1,05
15/30 - 06	SOLA	3923,26	4062,50	139,24	46,57	17	0,33
16/26 - 05	SOLA	3927,58	4031,89	104,31	65,71	10	0,63
16/27а-6	SOLA	3889,25	4039,11	149,86	84,28	18	0,56
16/26 - 16	SOLA	3994,86	4195,00	200,14	123,42	15	0,62
15/29а-7	SOLA	3957,91	4051,95	94,04	18,75	12	0,20
16/26 - 09	SOLA	3806,12	3914,00	107,88	73,59	8	0,68
15/29а- 03	SOLA	3880,02	3986,00	105,98	15,38	5	0,15
15/29а-5	SOLA	3956,59	4058,30	101,71	45,07	8	0,44

Пласт Sola условно-неоднородный

Определение параметра эффективной пористости

При отсутствии керна, коэффициент эффективной пористости поточечно был определен по комплексу методов ГИС:

- нейтронному,
- плотностному
- и акустическому каротажу.

Кп рассчитывался как среднее арифметическое, геометрическое и гармоническое, отдельно для каждого пропластка формации Sola, затем результаты усреднялись.

При кондиционном значении коэффициента эффективной пористости 0.06, его значение для продуктивного пласта варьирует от **0.105** до **0.163**, что согласуется с литературными данными, по которым максимальная пористость песчаников Sola -16%.

Для всей площади Британия пористость является удовлетворительной.
Единично (скв. 16-26-5) - пористость хорошая.
Нужно отметить, что случаев плохой (0,05-0,10) пористости не выявлено.

Снятие отчето

Petrophysics and Geology: Zonal Averaging

Data Cutoffs Compute Utilities Tasks Setup Help

Well : 16/26 - 16
Depth range : 3910.13- 4297.98 Metres MD (1:500)
Zonation : brit1 (Level 5)
Interpreted set : 16-26-16
Project : qosmio/brit

Depth MD (Metres) | VCL 0.00–1.00 | PHI (Effective) 0.50–0.00 | SW (Effective) 1.00–0.00 | Net sand/pay | Zonation

SAND 4000, 4010, 4020, 4030, 4040, 4050, 4060, 4070, 4080, 4090

SAND
Min. cutoff -0.0100
Max. cutoff 0.6000
A/Pay

SAND
Min. cutoff 0.0500
Max. cutoff 0.4000
A/Pay

SAND
Min. cutoff -0.0100
Max. cutoff 0.7000
A/Pay

SAND
Sand 18.26
NTG 0.992
Pay 18.11

Petrophysi

Data Cutoffs Compute Utilities Tasks Setup

Well : 16/26 - 09
Depth range : 3717.04- 4051.86 Metres MD (1:
Zonation : brit1 (Level 5)
Interpreted set : 16-26-9

Depth MD (Metres) | VCL 0.00–1.00 | PHI (

SAND 3850, 3900

SAND
Min. cutoff -0.0100
Max. cutoff 0.6000
A/Pay G/Pay H/Pay

SAND
Min. cutoff
Max. cutoff
A/Pay

Определение параметров водонасыщенности и газонасыщенности

Коэффициент водонасыщенности породы определяют по материалам электрических и электромагнитных (многозондовые ИК и БК) методов ГИС. Это основной способ нахождения Кв и, соответственно, Кг.

Считая, что рабочая часть разреза расположена в зоне предельного газонасыщения и остаточная вода отсутствует, по аналогии с определением коэффициента эффективной пористости, снимались отчеты коэффициента водонасыщенности.

Кг = 1-Кв

Зная значение коэффициента водонасыщенности для каждого продуктивного пропластка песчаника (Britannia member), вычислялось значение коэффициента газонасыщенности, далее результаты усреднялись по пласту.

Кг=0.493-0.947

Промежуточный результат: таблица подсчетных параметров

Petrophysics: Parameter Table

Data Parameters Utilities Tasks Setup Hardcopy

Well Name : 16/27a-6
CDT : Not loaded
Zonation : brit1
Zone Name : SAND

Project : qosmio/brit
Elevation : Not loaded
API Number : 15
Zone No. : 9 3889.390 - 3899.550 MD metres

Formation Water Resistivity (ohm.m) : Unset
Mud Filtrate Resistivity (ohm.m) : 0.000
Formation Temperature (C) : Unset

Formation Water Salinity (ppm of NaCl) : Unset
Mud Filtrate Salinity (ppm of NaCl) : 42515.180
Fluid Type : Water

This zonation is 4 of 9 zonations < > Edit Mode: Off Depth Mode: Order: Level Level: 5

Averaged parameters

Cell Value 0.1921924

		Clay Arithmetic Average over Sand	Clay Geometric Average over Sand	Clay Harmonic Average over Sand	Clay Arithmetic Average over Pay	Clay Geometric Average over Pay	Clay Harmonic Average over Pay	Clay Arith. Ave. over User def.cutoffs	Clay Geom. Ave. over User def.cutoffs	Clay Harm. Ave. over User def.cutoffs	Porosity Arithmetic Average over Sand	Porosity Geometric Average over Sand	Porosity Harmonic Average over Sand	Porosity Arithmetic Average over Pay	Porosit Geometr Average over Pa
SAND	3889- 3900 m	0.1922	0.1893	0.1864	0.1922	0.1893	0.1864	0.1922	0.1893	0.1864	0.1328	0.1322	0.1317	0.1328	0
SAND	3901- 3904 m	0.2267	0.2252	0.2236	0.2267	0.2252	0.2236	0.2267	0.2252	0.2236	0.1902	0.1898	0.1895	0.1902	0
SAND	3907- 3909 m	0.1398	0.1368	0.1337	0.1398	0.1368	0.1337	0.1398	0.1368	0.1337	0.2226	0.2224	0.2222	0.2226	0
SAND	3919- 3920 m	0.2820	0.2819	0.2818	0.2820	0.2819	0.2818	0.2820	0.2819	0.2818	0.0960	0.0960	0.0959	0.0960	0
SAND	3922- 3932 m	0.1322	0.1312	0.1302	0.1322	0.1312	0.1302	0.1322	0.1312	0.1302	0.1218	0.1213	0.1206	0.1218	0
SAND	3936- 3940 m	0.1618	0.1529	0.1446	0.1618	0.1529	0.1446	0.1618	0.1529	0.1446	0.1226	0.1225	0.1224	0.1226	0
SAND	3942- 3942 m	0.2165	0.2135	0.2109	0.2165	0.2135	0.2109	0.2165	0.2135	0.2109	0.1758	0.1757	0.1757	0.1758	0
SAND	3946- 3947 m	0.1410	0.1360	0.1312	0.1410	0.1360	0.1312	0.1410	0.1360	0.1312	0.1418	0.1412	0.1406	0.1418	0
SAND	3950- 3952 m	0.0987	0.0971	0.0954	0.0987	0.0971	0.0954	0.0987	0.0971	0.0954	0.1313	0.1309	0.1305	0.1313	0
SAND	3961- 3967 m	0.1300	0.1247	0.1205	0.1300	0.1247	0.1205	0.1361	0.1301	0.1250	0.1271	0.1248	0.1225	0.1271	0
SAND	3973- 3975 m	0.0792	0.0758	0.0736	0.0792	0.0758	0.0736	0.0792	0.0758	0.0736	0.1467	0.1464	0.1462	0.1467	0
SAND	3977- 3978 m	0.2355	0.2351	0.2347	0.2355	0.2351	0.2347	0.2355	0.2351	0.2347	0.1545	0.1545	0.1545	0.1545	0
SAND	3981- 3987 m	0.0917	0.0894	0.0872	0.0917	0.0894	0.0872	0.0917	0.0894	0.0872	0.1518	0.1512	0.1506	0.1518	0
SAND	3990- 4000 m	0.0858	0.0848	0.0837	0.0858	0.0848	0.0837	0.0858	0.0848	0.0837	0.1312	0.1309	0.1305	0.1312	0
SAND	4005- 4007 m	0.1167	0.0981	0.0840	0.1167	0.0981	0.0840	0.1167	0.0981	0.0840	0.1040	0.1023	0.1006	0.1040	0
SAND	4008- 4010 m	0.0871	0.0798	0.0734	0.0871	0.0798	0.0734	0.0871	0.0798	0.0734	0.1676	0.1673	0.1670	0.1676	0
SAND	4017- 4017 m	0.0945	0.0899	0.0855	0.0945	0.0899	0.0855	0.1025	0.0916	0.0829	0.1269	0.1167	0.1063	0.1269	0
SAND	4020- 4039 m	0.0511	0.0461	0.0415	0.0511	0.0461	0.0415	0.0511	0.0461	0.0415	0.1462	0.1454	0.1443	0.1462	0

Конечный результат: таблица подсчетных параметров

								Эффективная пористость			Водонасыщенность			Нефтенасыщенность		
	Sola			Коллектор												
Скважина	Кровля	Подошва	Н общ	Кровля	Подошва	h эфф	Н эф			Коп			Кв			Кно
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	сумм	геом	гарм	доли	геом	гарм	доли	геом	гарм	доли
15/30 - 3	3889,23	4008,4	119	3890,52	3891,52	1,00	24,50	0,21	0,21	0,154			0,35			0,646
15/30 - 3				3899,62	3905,00	5,38		0,20	0,20		0,40	0,39		0,60	0,61	
15/30 - 3				3919,07	3920,04	0,97										
15/30 - 3				3933,79	3934,86	1,07										
15/30 - 3				3939,39	3940,66	1,27		0,13	0,12		0,24	0,24		0,76	0,76	
15/30 - 3				3941,63	3951,33	9,70		0,16	0,16		0,22	0,23		0,78	0,77	
15/30 - 3				3954,58	3955,60	1,02		0,11	0,11		0,31	0,31		0,69	0,69	
15/30 - 3				4004,27	4008,36	4,09		0,13	0,13		0,60	0,60		0,40	0,40	
15/30-10	3897,91	3990,8	92,9	3898,04	3898,75	0,71	28,39	0,08	0,07	0,105	0,69	0,78	0,51	0,31	0,22	0,493
15/30-10				3918,86	3919,58	0,72		0,08	0,08		0,88	0,88		0,12	0,12	
15/30-10				3927,24	3928,02	0,78		0,10	0,10		0,48	0,49		0,52	0,51	
15/30-10				3929,02	3929,63	0,61		0,07	0,07		0,54	0,53		0,46	0,47	
15/30-10				3931,71	3936,49	4,78		0,14	0,13		0,24	0,24		0,76	0,76	
15/30-10				3953,11	3963,93	10,82		0,13	0,13		0,13	0,13		0,87	0,87	
15/30-10				3973,67	3976,42	2,75		0,11	0,11		0,53	0,54		0,47	0,46	
15/30-10				3983,58	3990,80	7,22		0,15	0,14		0,52	0,52		0,48	0,48	
15/30 - 06	3923,26	4062,5	139	3938,60	3942,21	3,61	46,57	0,18	0,18	0,133	0,47	0,47	0,35	0,53	0,53	0,648