

*«Геофизика - наукоемкий элемент
поиска,
разведки и разработки
месторождений»*

В.Г. Фоменко - д.г-м.н., профессор

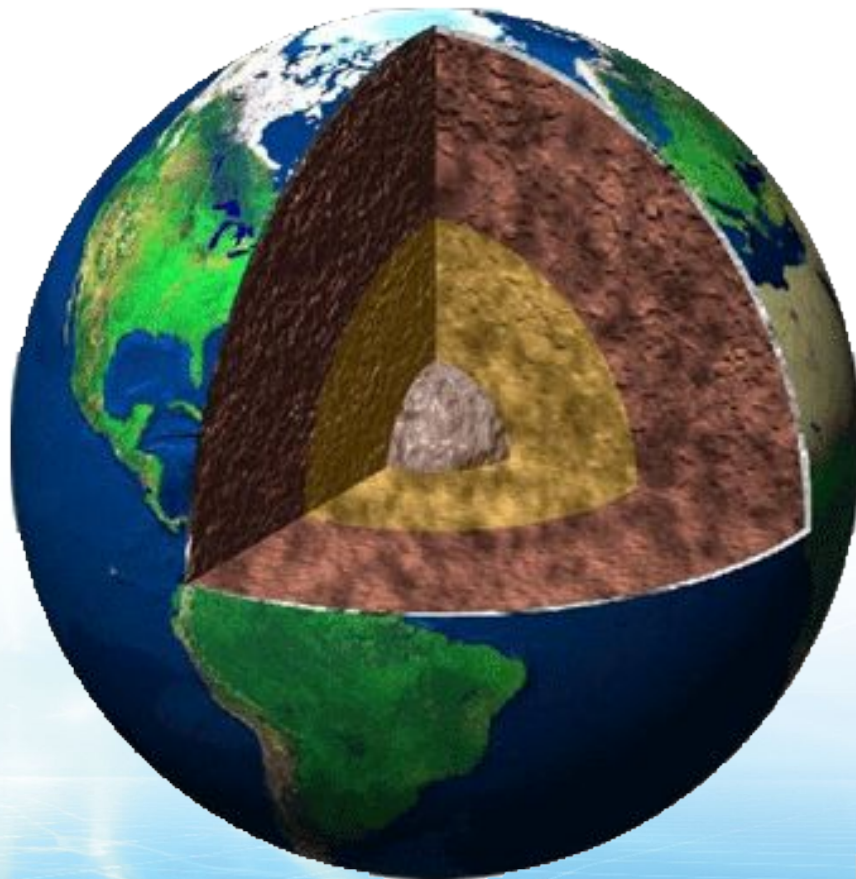
*«Геофизика - наукоемкий
элемент поиска,
разведки и разработки
месторождений»*

*Современное состояние
геофизики в газовой отрасли и
пути её развития*

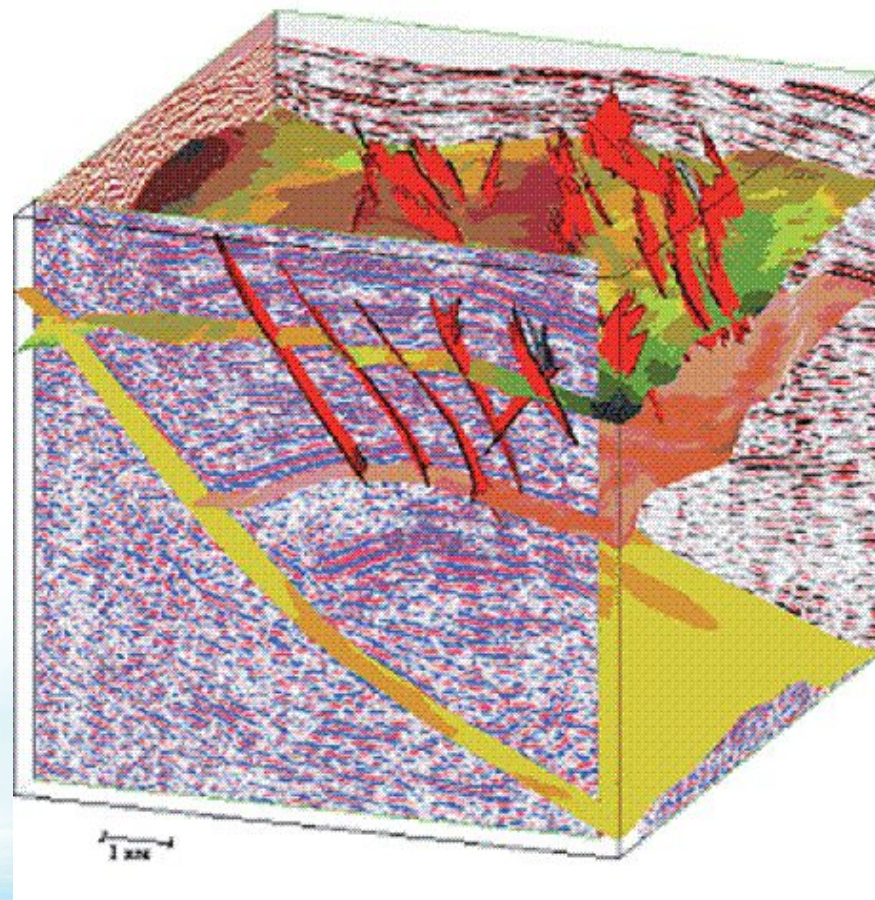
В.Г. Фоменко - д.г-м.н., профессор

Что такое геофизика сегодня?

Согласно
энциклопедическому
словарю современная
геофизика – это
комплекс наук,
изучающих физические
свойства Земли и
физические процессы,
происходящие в ее
недрах с целью поиска,
разведки и разработки
полезных ископаемых.



В газовой отрасли преобладающая роль геофизики как комплекса наук состоит в наблюдении за природными процессами, происходящими в недрах Земли естественным путем и под воздействием человека, для получения информации, необходимой для принятия управляющих решений по поисковым и разведочным объектам (скважинам и площадям), разрабатываемым месторождениям, строящимся и эксплуатируемым подземным хранилищам газа (ПХГ).



Основным средством получения необходимой геологической, геохимической, геофизической, технологической, технической, промышленной и другой информации являются **«Геофизические методы разведки».**

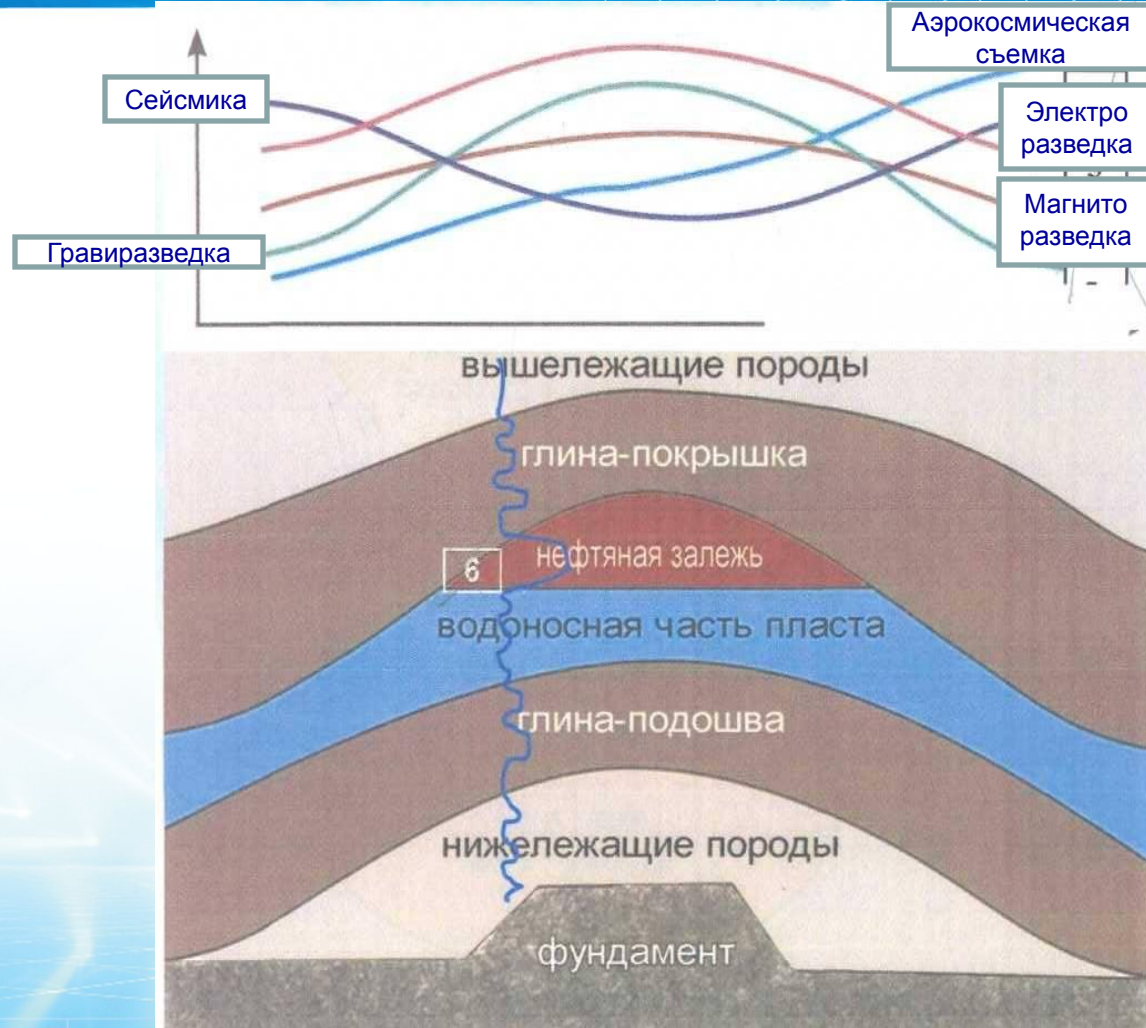


Геофизические методы разведки основаны на изучении всех известных физических полей (гравитационного, магнитного, электрического, упругих колебаний, термических, ядерных и т.п.).

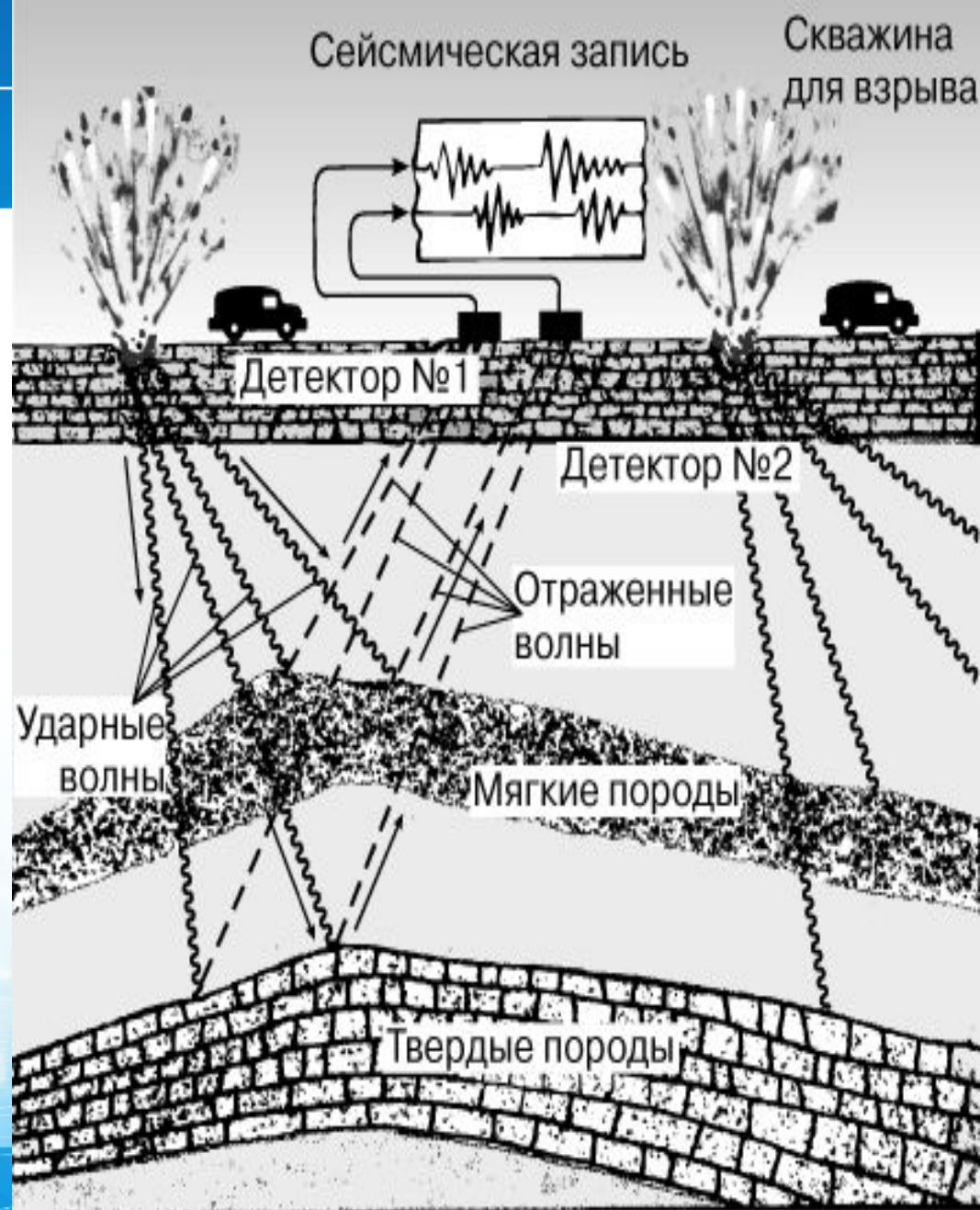
Информация используется для поиска геологических структур, определения их типа и характеристик.

От качества и достоверности информации зависит выбор направления работ по разведке месторождений, проектированию разработки, управлению минерально-сырьевой базой ОАО «Газпром».

Различные физические поля дают специфическую, одностороннюю характеристику геологических объектов. Поэтому в большинстве случаев требуется применение комплекса геофизических методов разведки .



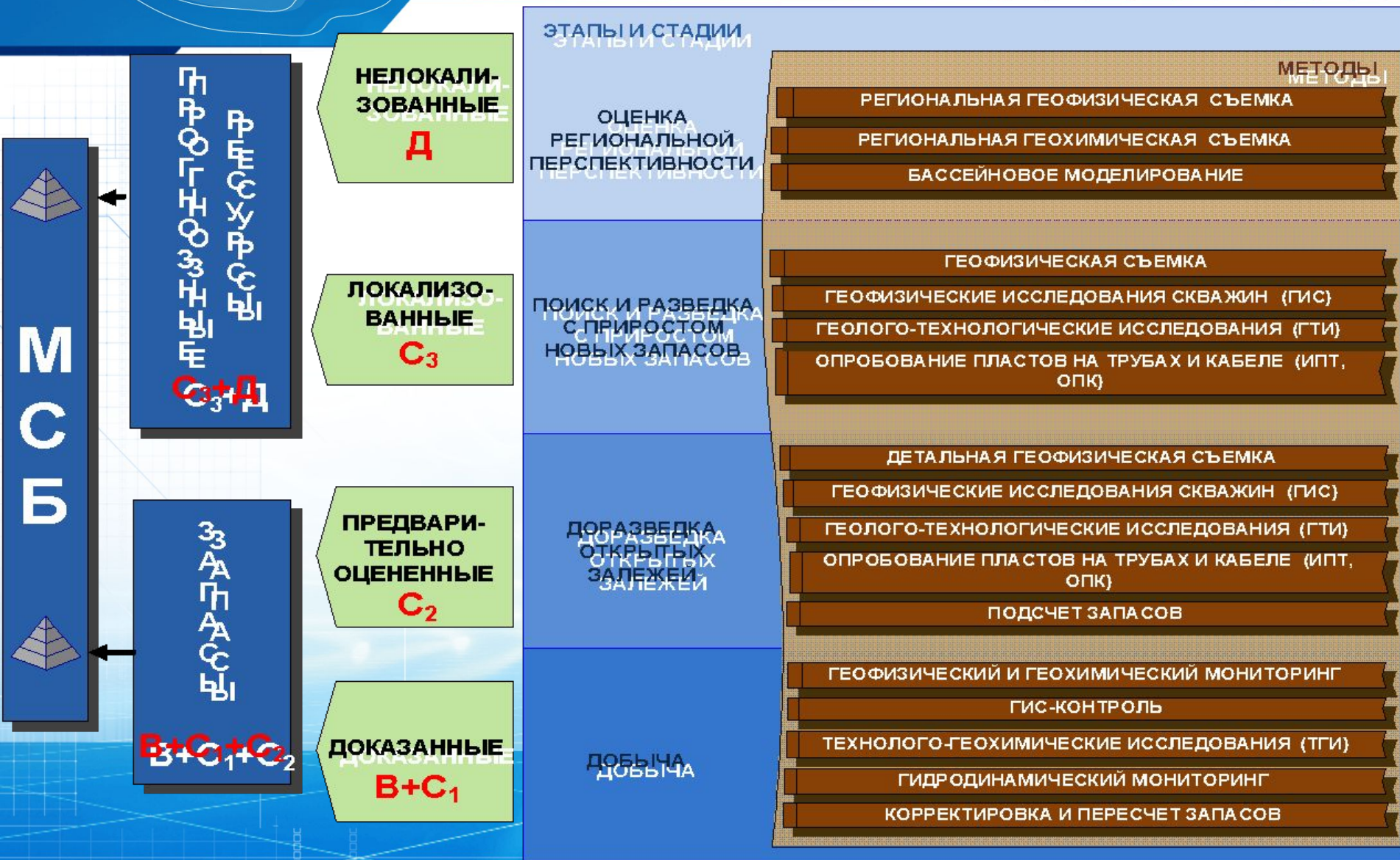
В зависимости от природы физических полей, различают: гравиметрическую, магнитную, электрическую, сейсмическую, геотермическую и другие разведки, а также ядерную геофизику.



Все виды геофизических методов разведки основаны на использовании физико-математических принципов. Законы математики, физики и других наук используются при разработке методов разведочной геофизики, разработке теории, высокоточной аппаратуры с элементами электроники, радиотехники, точной механики, оптики и вычислительной техники.

В разумном и оптимальном применении всех знаний, накопленных человеком и заключается наукоемкость геофизики.

Роль геолого-геофизических исследований в восполнении МСБ и добыче углеводородного сырья



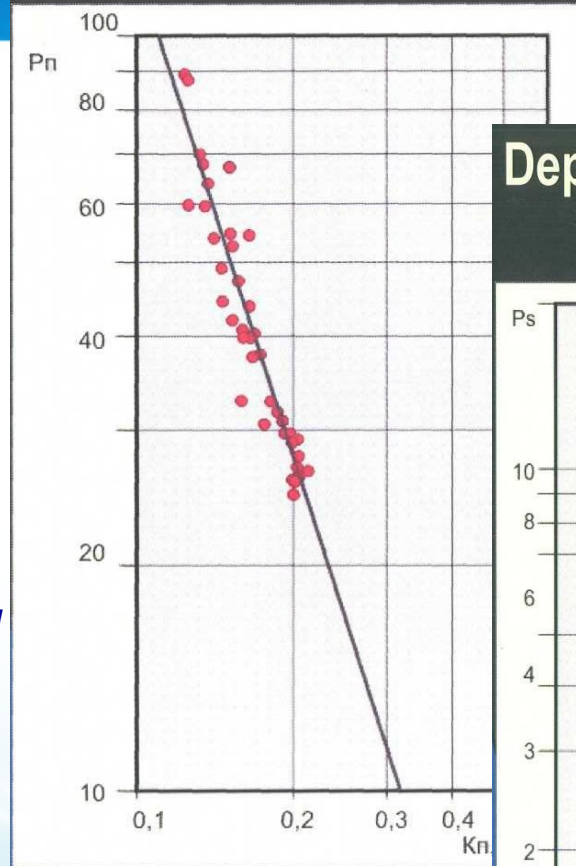
- Особая роль в геофизике газовой отрасли принадлежит геофизическим исследованиям и работам в скважинах (ГИРС).
- В современном понимании ГИРС это не только собственно геофизические исследования (каротаж) различных по природе естественных или искусственных физических полей.
- Это также определение пространственного положения и геометрического сечения стволов необсаженных скважин, исследования технического состояния скважины (ГИС-техконтроль), геофизические работы (ГРС) в скважинах.



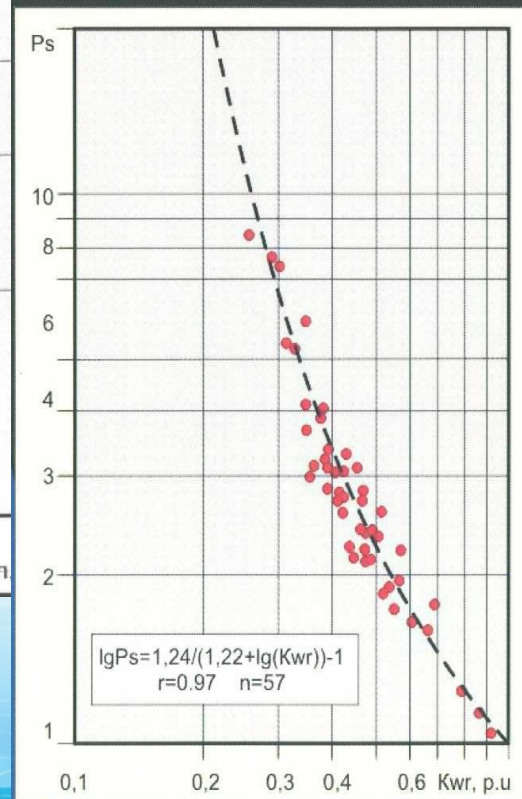
Составной и неотъемлемой частью ГИРС являются геолого-технологические исследования (ГТИ) – комплексные исследования содержания, состава и свойств пластовых флюидов и горных пород в циркулирующей промывочной жидкости, характеристик и параметров технологических процессов на различных этапах строительства скважин с привязкой результатов исследований ко времени контролируемого технологического процесса и к разрезу исследуемой скважины (супервайзеровские работы).



Dependence $P_p = F(K_p)$

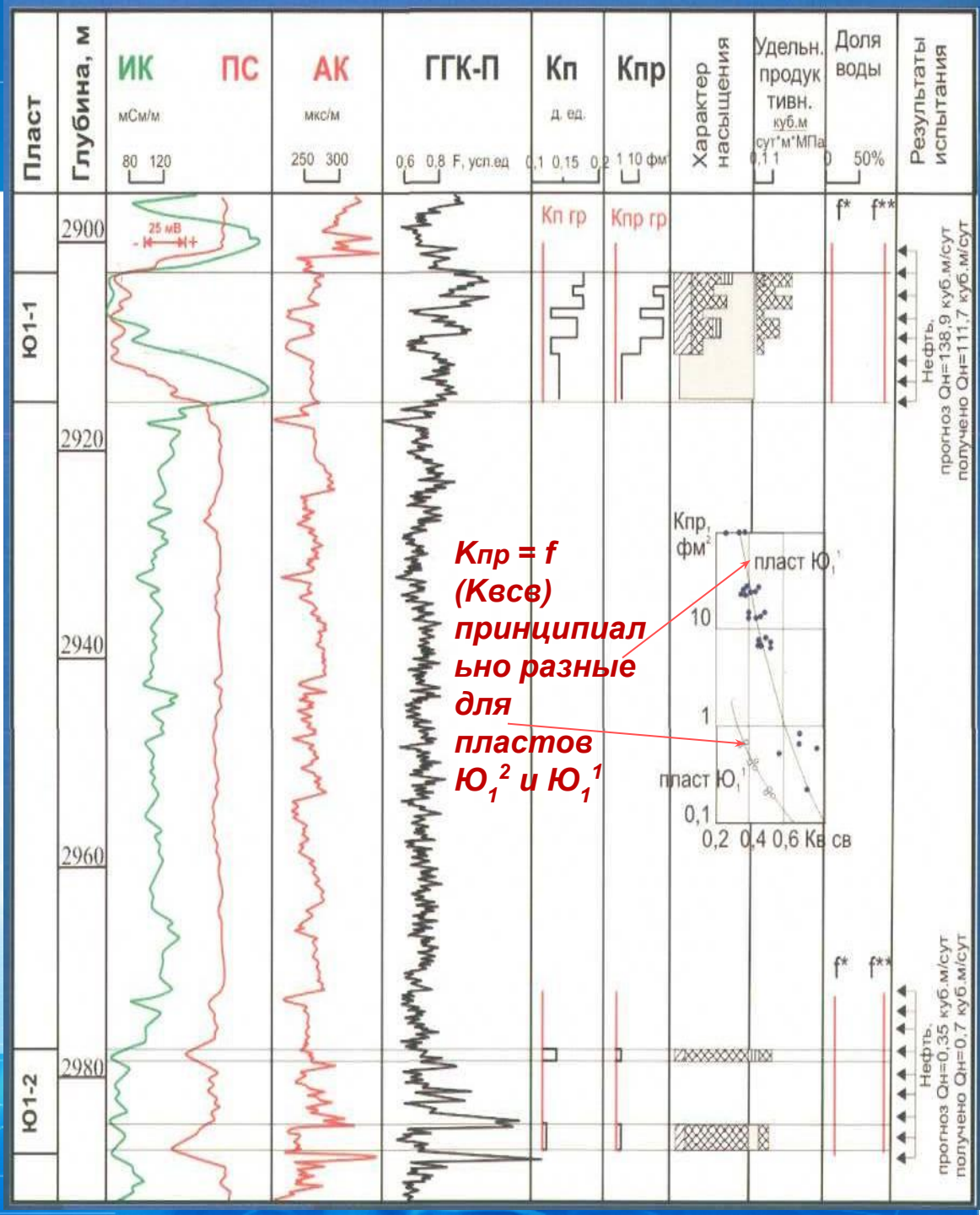


Dependence $P_s = F(K_{ws})$ (as per VNIGNI)



Неотъемлемой частью ГИРС являются также полноценные исследования физических свойств горных пород в атмосферных и пластовых условиях. Результаты петрофизических исследований являются научной основой для разработки интерпретационных моделей, необходимых для проведения комплексной интерпретации геофизической информации, от достоверности которой зависит надежность подсчета и пересчета запасов углеводородного сырья, эффективность управления минерально-сырьевой базой, капитализация ОАО «Газпром».

Правильный выбор петрофизических зависимостей для интерпретации материалов ГИС особенно важен для сложно построенных отложений. Наглядным примером служат результаты интерпретации данных ГИС по юрским отложениям Западной Сибири



ГРС – это технологические операции по обеспечению и ремонту скважин, выполняемые с использованием технологий ГИС:

- прострелочно-взрывные работы (ПВР) по вторичному вскрытию, интенсификации притоков и ликвидации аварий;*
- испытание пластов инструментами на трубах и кабеле;*
- отбор образцов пород и флюидов приборами на кабеле;*
- вызов притока пластовых флюидов;*
- физические воздействия на призабойную зону пластов;*
- очистка забоев скважин, устранение различных пробок;*
- установка мостов, пакеров и т.п.;*
- установка забойных клапанов и штуцеров.*

Правильно выполнять такие работы могут только специалисты, обладающие знаниями технических наук самого различного направления.

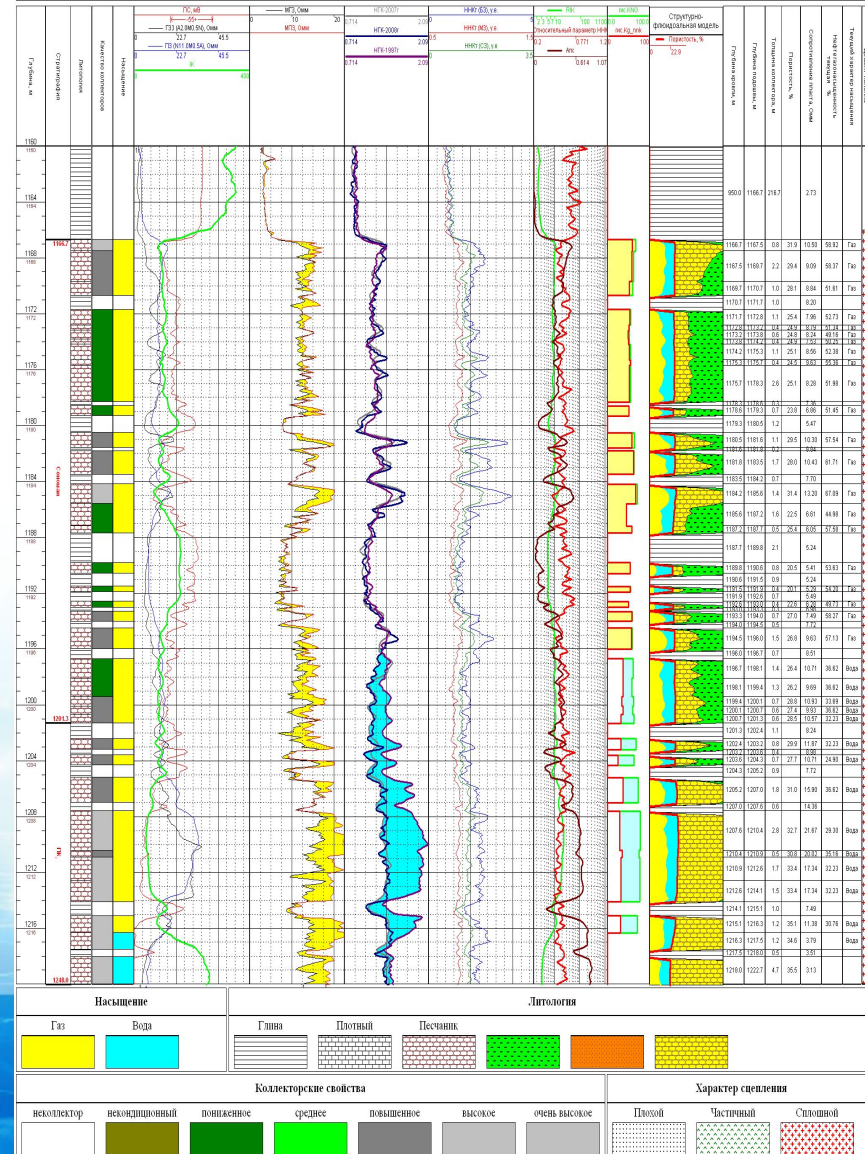
*И, наконец, главным наукоемким элементом геофизики является **количественная интерпретация получаемой многоплановой разнообразной информации (основного товара геофизики).***

Выполняться интерпретация может только высококвалифицированными специалистами - геофизиками на основе общих физических и математических законов и положений, знаний во всех геологических и сопутствующих им науках.

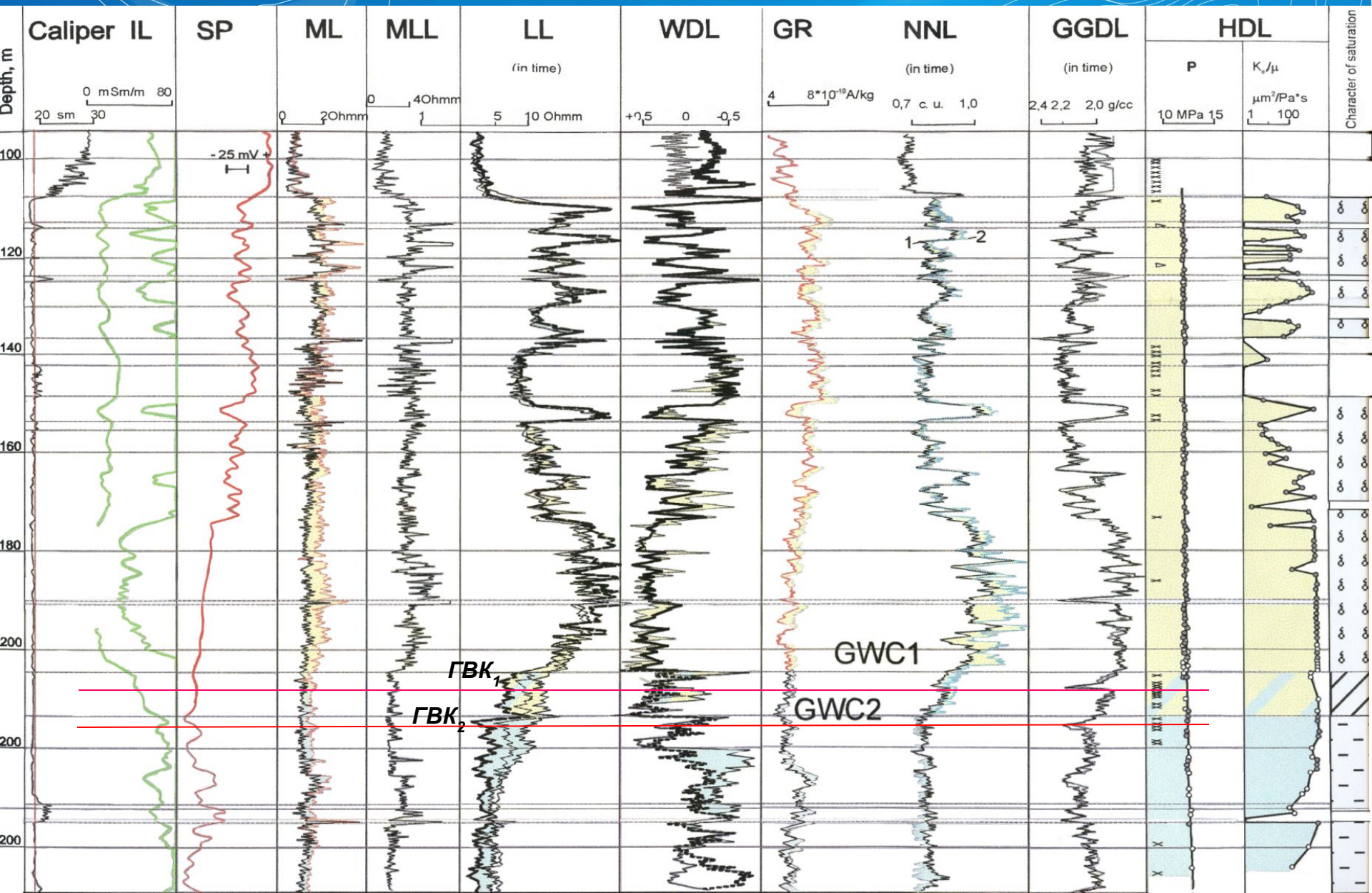
Геологические задачи

- разделение разреза на литолого-стратиграфические типы (терригенный, хемогенный, кристаллический);
- расчленение разреза на пласты, привязку их по глубине вдоль оси скважины и по абсолютным глубинам;
- выделение стратиграфических реперов;
- привязка отбираемого керна по глубине;
- литологическое изучение интервалов разреза, не охарактеризованных отбором керна;
- определение коллекторских свойств и характера насыщенности пород.

Скв 8141 Ямбургского месторождения



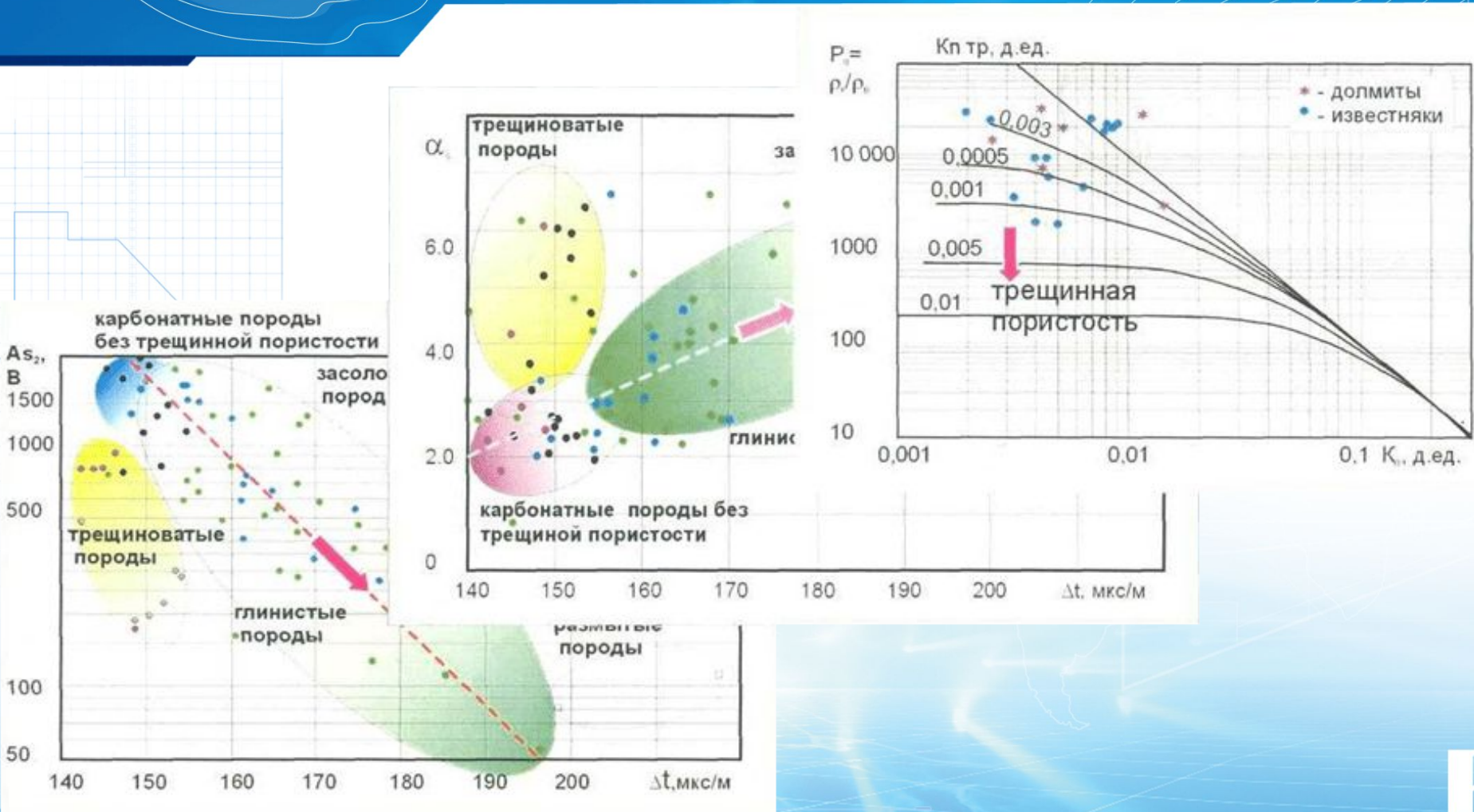
Возможности решения геологических задач по данным расширенного комплекса ГИС-бурение



В процессе бурения скважин обязательно проведение испытаний прогнозируемых нефтегазоносных интервалов в неизученной ранее части разреза приборами на каротажном кабеле или испытателями пластов на трубах, а после обсадки скважины – испытание в колонне.

Объекты испытаний выбираются только по данным интерпретации геофизической и геолого-технологической информации.

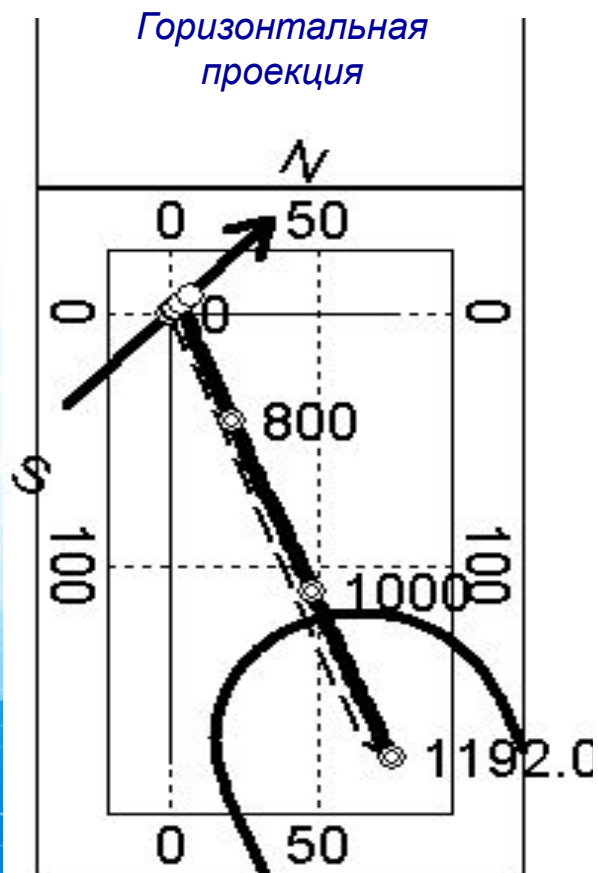
Современный научно обоснованный подход к построению петрофизических зависимостей для пород сложного литологического состава и строения порового пространства

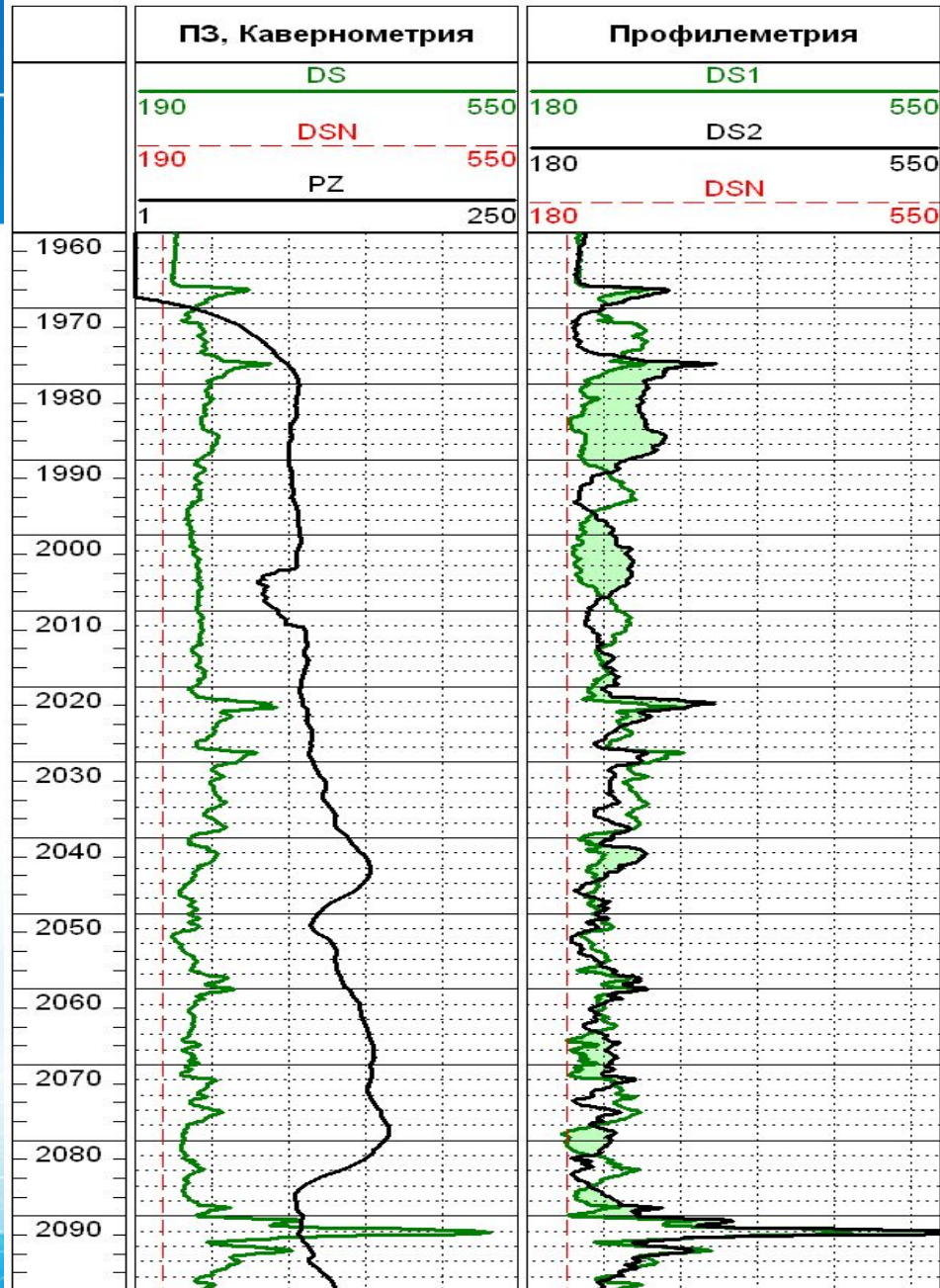
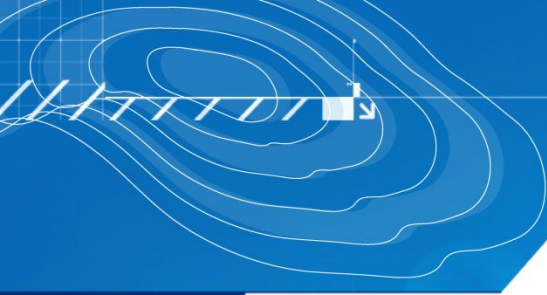


Возможность решения технических задач методами ГИС-техконтроль

Вертикальная проекция

- определение пространственного положения ствола скважины, соответствия траектории ствола проекту;



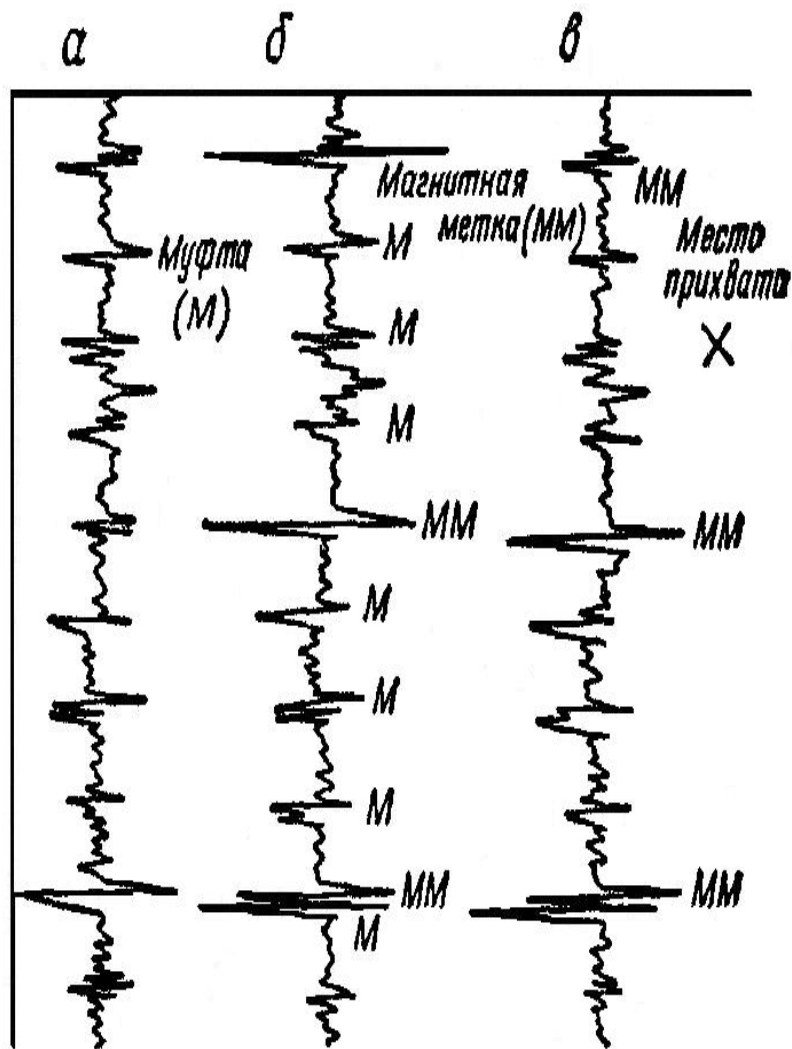


- определение геометрии сечения ствола, выделение желобов, каверн, сальников, мест выпучивания и течения глин, прогнозирование прихватоопасных зон
- выявление зон флюидопроявлений и поглощений.

Особенно актуально достоверное решение задач методами ГИС-техконтроль для горизонтальных и наклонных стволов.

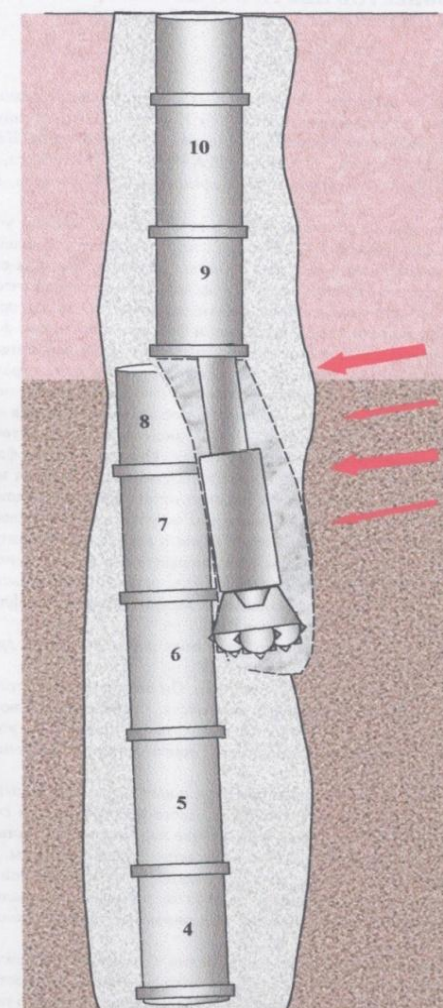
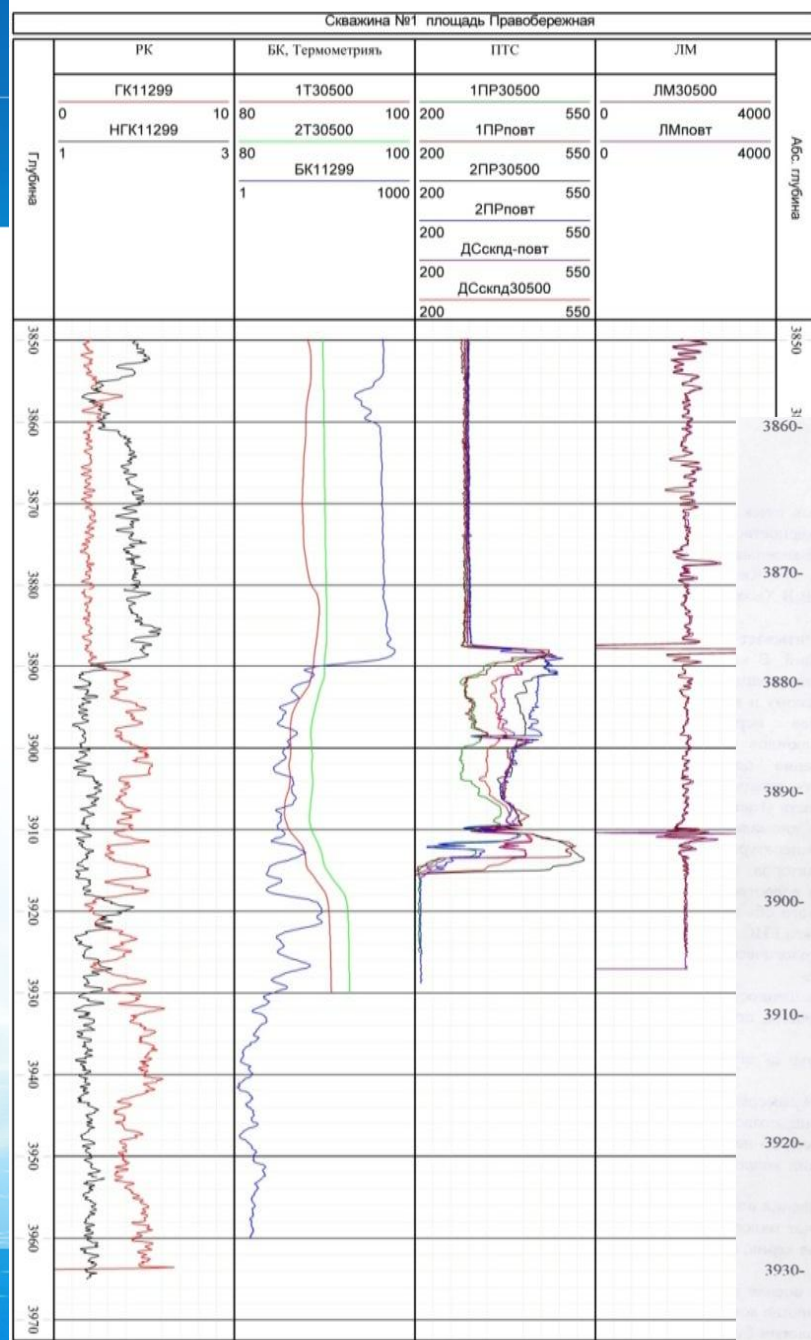
Методы ГИС-техконтроль в открытом стволе служат также и для решения таких задач:

- выявление интервалов прихвата бурового инструмента;
- ликвидация прихвата;
- выявление оставленных в скважине металлических предметов.



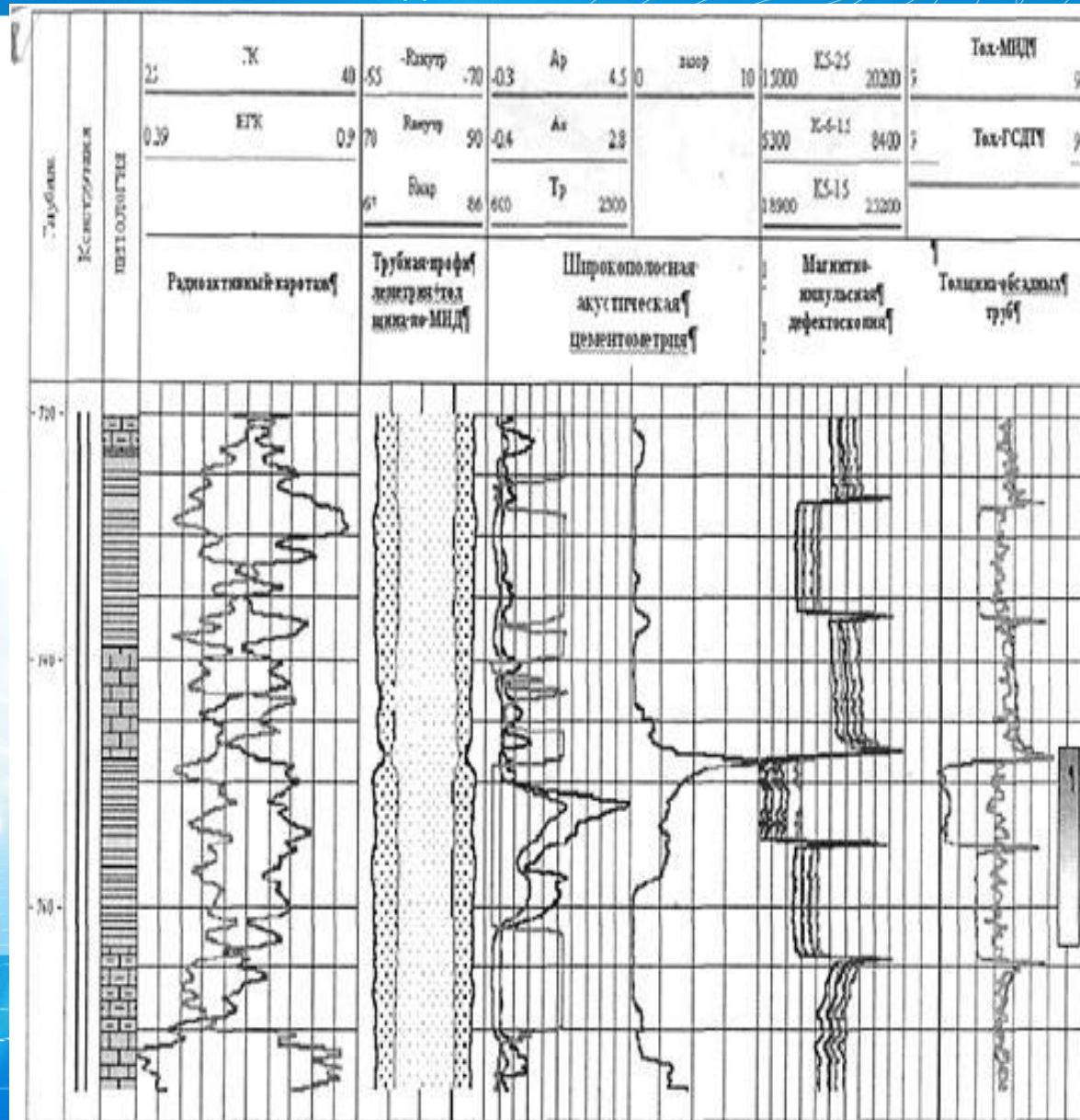
Примеры использования методов ГИС-техконтроль в открытом стволе скважины

- установка с помощью кабельных устройств разделительных и изоляционных мостов;
 - глушение фонтанов с поиском геофизическими методами аварийного ствола.
 - контроль наличия и местоположения центраторов, скребков, турбулизаторов, заколонных пакеров и соответствия их проекту:
- Примеры использования методов ГИС-техконтроль для ликвидации аварии



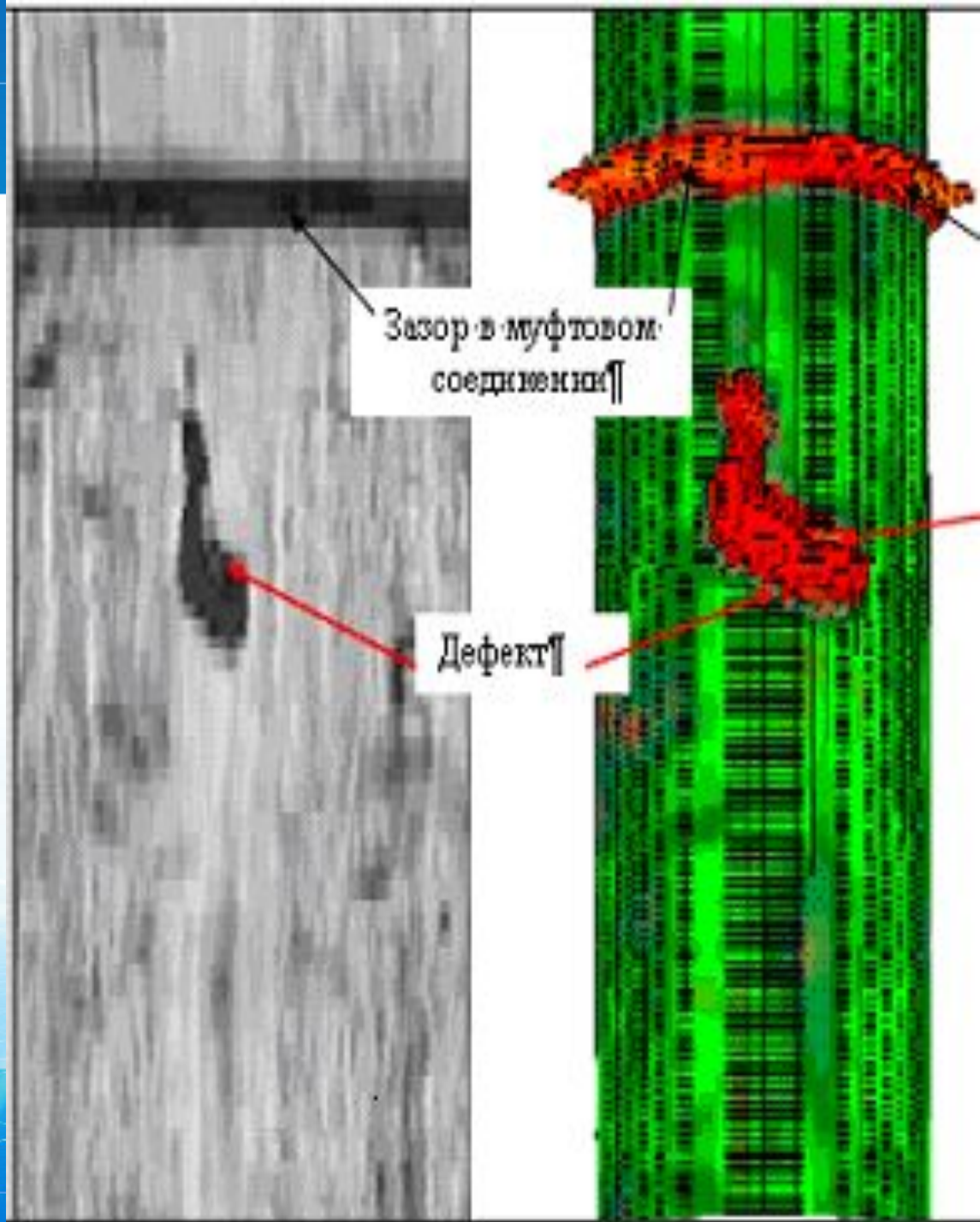
Выделение интервала развития внешней коррозии по данным ГИС

- контроль диаметров, толщин и целостности обсадных колонн, глубин их башмаков и соответствия их проекту скважины;
- регистрацию расположения муфт колонн в увязке с геологическим разрезом;



Примеры использования методов ГИС-техконтроль в обсаженной скважине

- контроль износа и повреждений колонн, прогнозирование аварийных ситуаций в процессе бурения и эксплуатации скважины;



Пример определения методами ГИС-техконтроль (акустическим телевизором) износа и повреждения обсадной колонны

При контроле герметичности затрубной изоляции скважин ГИРС должны обеспечить:

- определение высоты подъема цемента за колонной, однородности цементного камня, полноты заполнения цементом затрубного пространства, наличия затрубных каналов, заполненных жидкостью и газом;*
- определение наличия сцепления цемента с колонной и породой;*
- выявление затрубных перетоков, движения жидкости и газа за колонной;*
- привязку к разрезу и установку затрубных взрывных пакеров.*

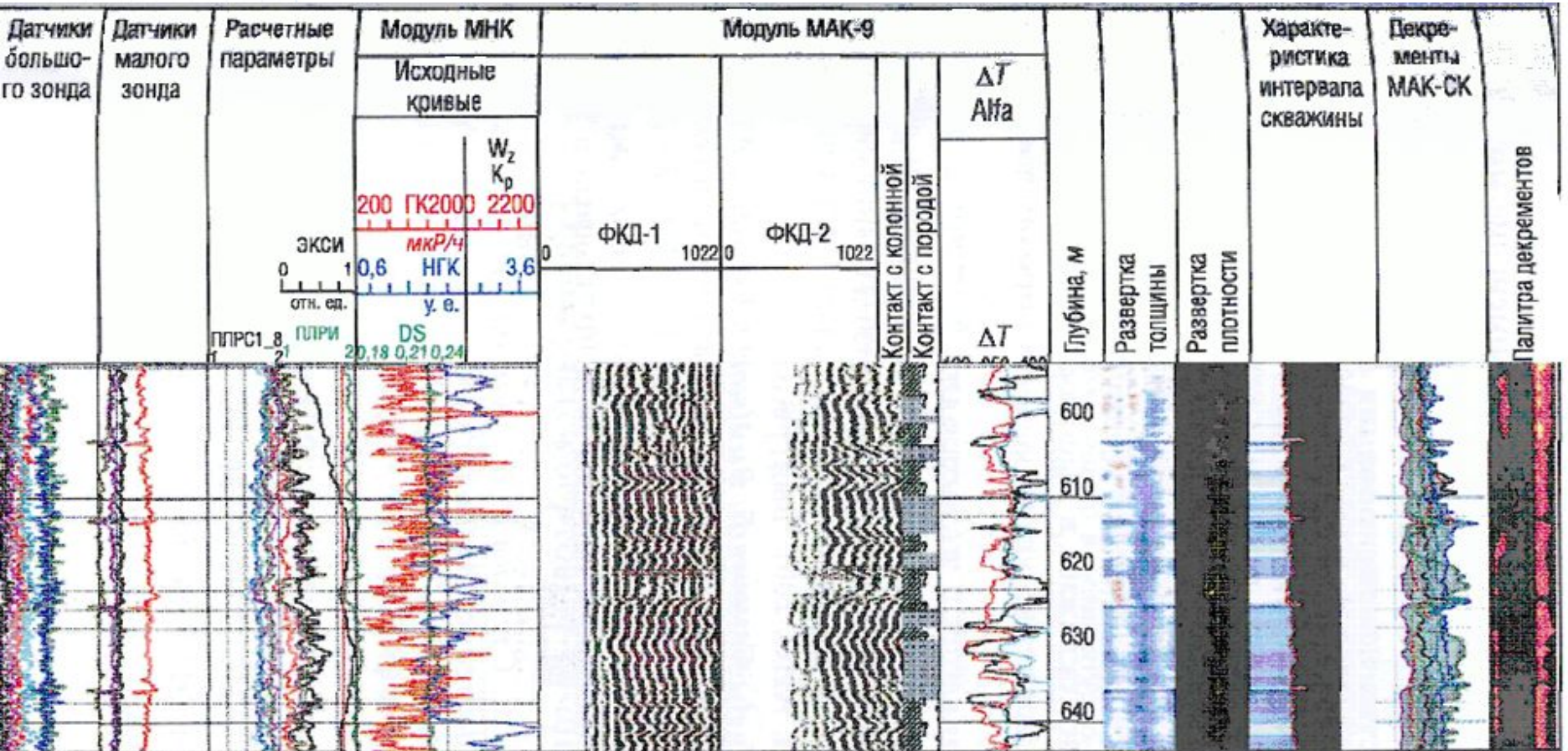
Пример комплексной оценки состояния затрубного пространства методами ГИС-технологий

СГДТ

ГГЦ

АКЦ

Результаты интерпретации



Цветовые палитры отображения разверток толщины стенки колонны, плотности цемента, декрементов, состояние контакта

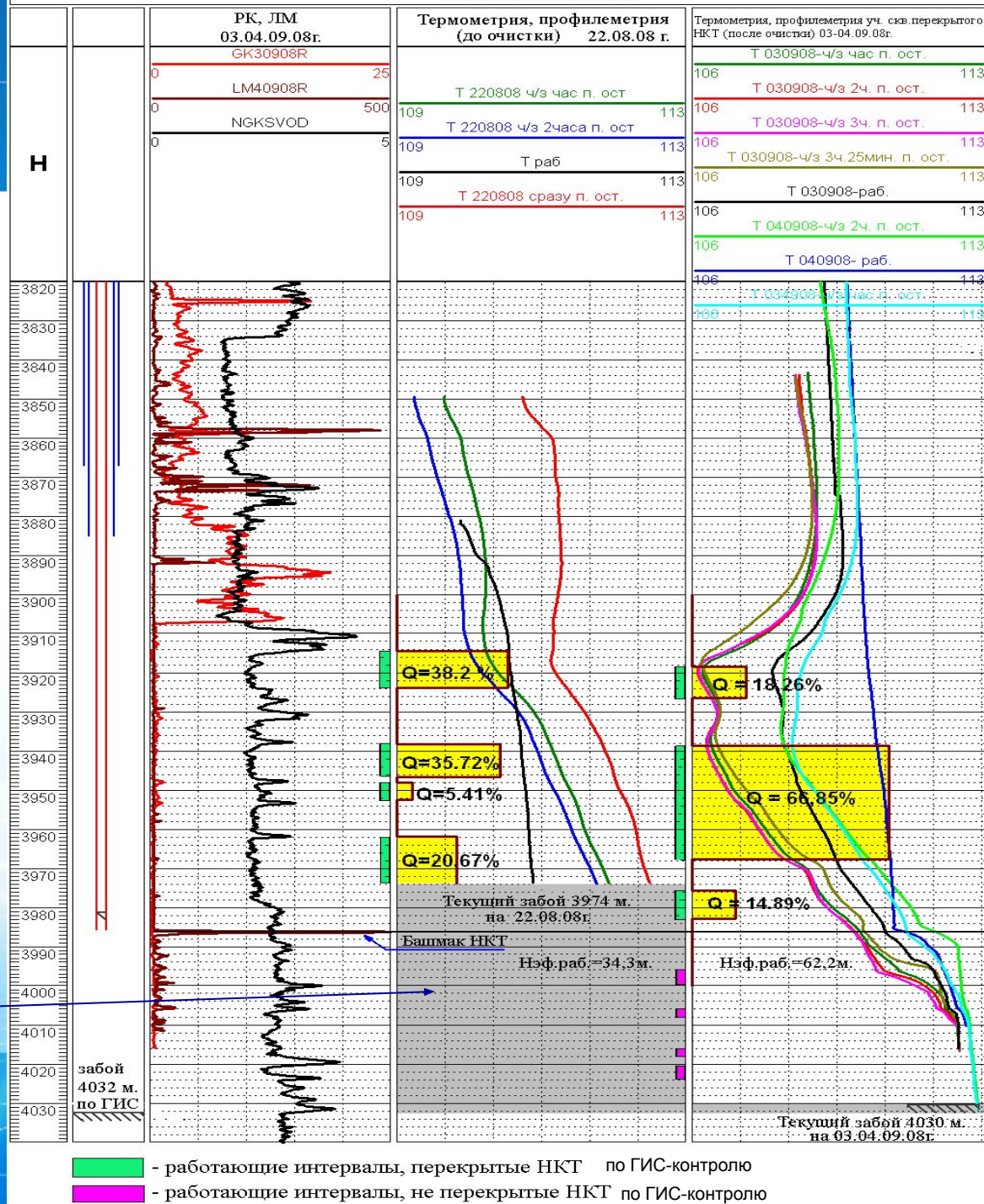


Немаловажное значение имеют геофизические работы при капитальном и подземном ремонте и эксплуатации скважин:

- уточнение фактической конструкции скважины;*
- контроль технического состояния обсадной колонны и цементного кольца, выявление негерметичности колонн, цемента, наличия затрубных перетоков для проектирования ремонтных работ;*
- определение интервалов поступления воды в скважину;*
- контроль технического состояния насосно-компрессорных труб и лифтового оборудования;*
- информационное сопровождение ремонтных работ.*
- технологические операции по установке разделительных мостов, пробок, вторичному вскрытию и интенсификации притоков;*

Наглядным примером важности и эффективности геофизических методов при капитальном ремонте (очистка забоя) скважины служат данные, полученные в одной из скважин Астраханского газоконденсатного месторождения.

шламовая пробка на забое скважины



Пример геофизического контроля при капитальном ремонте скважин

Геофизический мониторинг разработки месторождений и эксплуатации ПХГ

Особое место в добывающей отрасли принадлежит геофизическим методам, контролирующим процесс разработки газовых и газоконденсатных месторождений – ГИС-контроль.

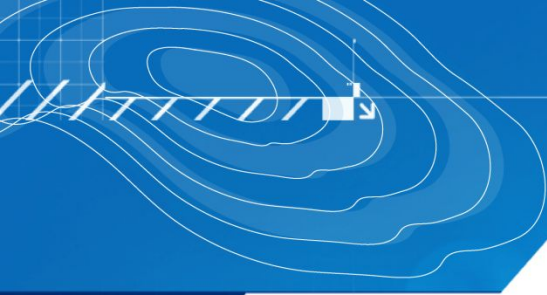
Методы ГИС-контроль используются для:

- исследования процесса вытеснения газа в пласте с целью контроля выработки запасов и оценки эффективности применения методов повышения газоотдачи пластов;*
- определения эксплуатационных характеристик пластов;*
- контроля технического состояния действующих скважин;*
- выбора оптимального режима работы технологического оборудования.*

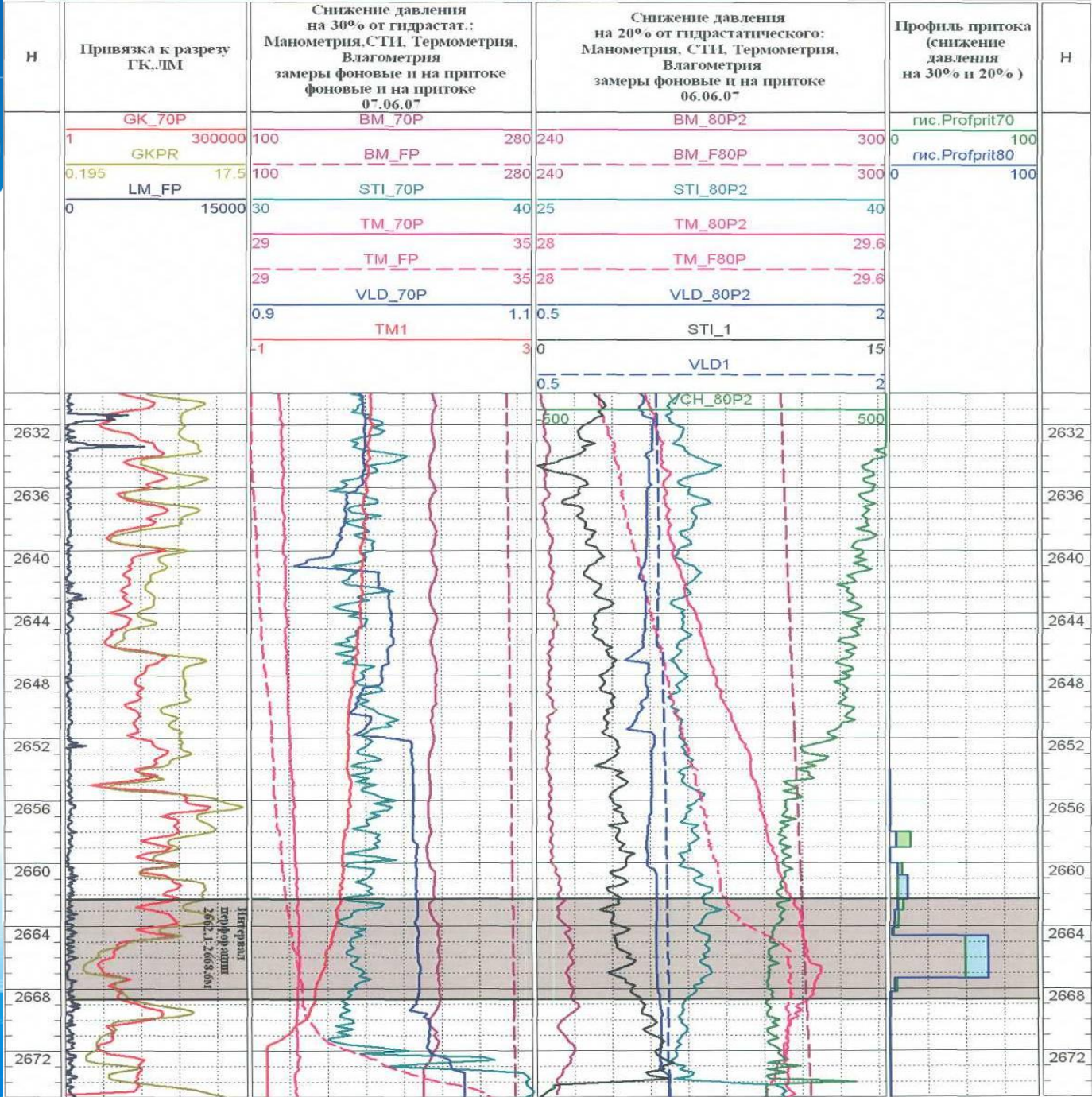
Исследование процесса вытеснения газа в пласте включает определение характера текущей насыщенности пласта на качественном уровне и определение текущих или остаточных коэффициентов газонефтенасыщенности на количественном уровне путем наблюдения в эксплуатационных (добывающих, нагнетательных, наблюдательных, контрольных и пьезометрических) скважинах.

Определение эксплуатационных характеристик пласта включает решение таких задач, как:

- выявление отдающих и поглощающих интервалов;*
- определение давления и продуктивности пластов;*



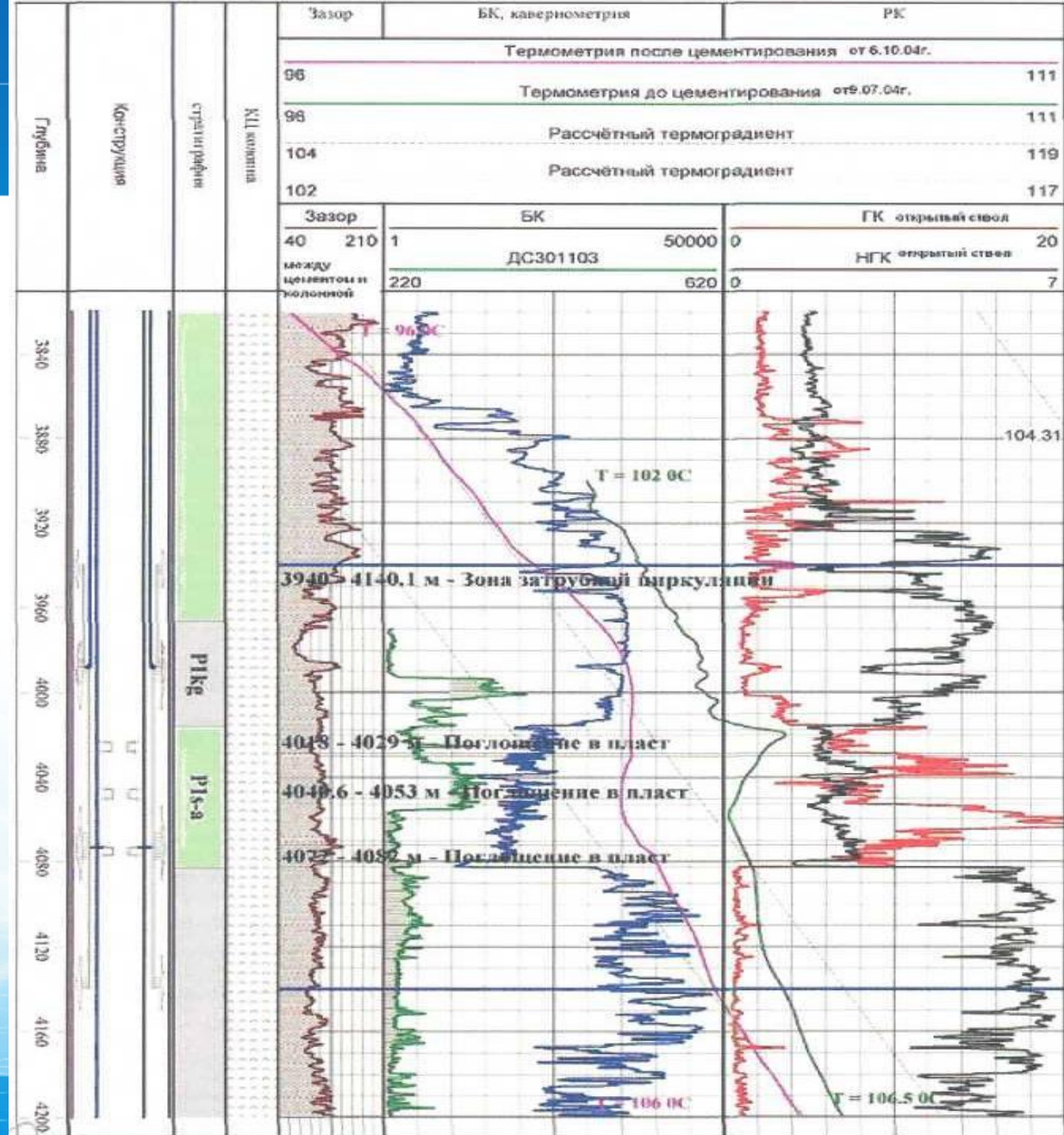
- определение профиля притока в эксплуатационных скважинах и профиля приемистости в нагнетательных скважинах;



Интеграл
проформинг
2662.1-2668.0м

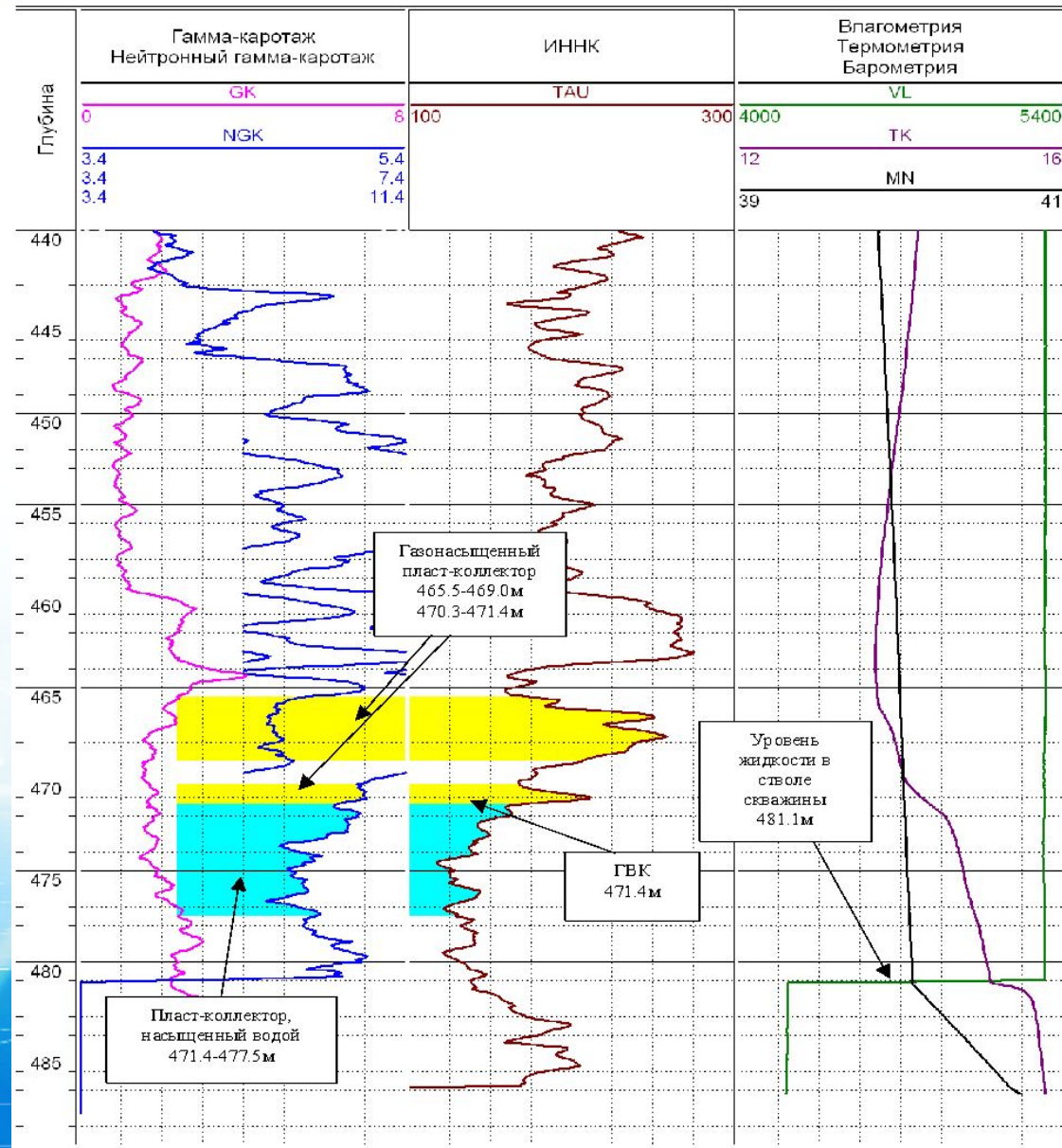
ГИС-контроль:
определение профиля притока

- Определение затрубной циркуляции по термометрии и другим методам ГИС

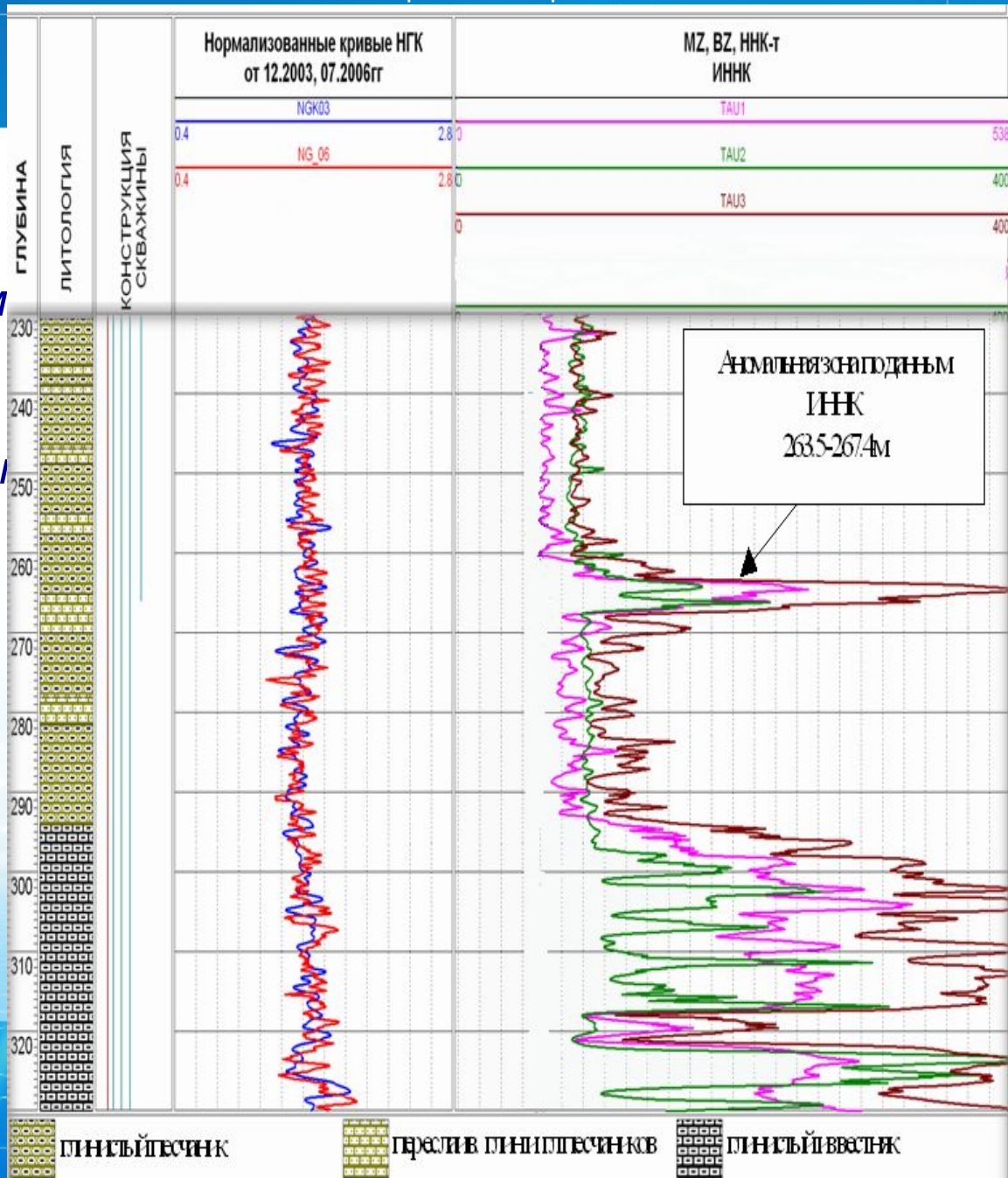


Геофизический мониторинг эксплуатации ПХГ включает:

- исследование процесса вытеснения газа водой и воды газом при создании и эксплуатации ПХГ;
- определение эксплуатационных характеристик пластов;
- контроль технического состояния скважин;



- исследования скважин для выбора оптимального режим работы технологического оборудования;
- контроль за газонасыщением контрольных горизонтов;
- контроль за давлением в контрольных горизонтах



И, наконец, **главное** предназначение обширной геолого-геофизической информации – **подсчет и пересчет запасов** углеводородного сырья с целью **Управления минерально-сырьевой базой для поддержания и развития капитализации ОАО «Газпром»**

Подсчет запасов газовых и газоконденсатных месторождений, определение характеристик подземных хранилищ газа

Информация, получаемая геофизиками в поисково-оценочных и разведочных скважинах, а также в эксплуатационных скважинах при доразведке и уточнении запасов, проведение ГИРС в сочетании с данными петрофизических исследований керна должны обеспечивать:

- литологическое и стратиграфическое расчленение и корреляцию разреза пробуренных скважин;*
- выделение в разрезе скважин коллекторов всех типов и определение их параметров;*
- разделение коллекторов на продуктивные и водоносные, а продуктивных коллекторов – на газо- и нефтеносные;*

- определение положений межфлюидных контактов, наличия и характеристик переходных зон с двухфазным насыщением, эффективных газо- и нефтенасыщенных толщин;
 - определение коэффициентов пористости, газо- и нефтенасыщенности, всех видов проницаемости (абсолютной, эффективной, фазовых), вытеснения;
 - определение пластовых давлений и температур;
 - определение неоднородности пластов;
 - прогнозирование потенциальных продуктивности и дебитов ;
- Определение фильтрационно-емкостных и физических свойств образцов керна, а также свойств и состава отобранных свойств флюидов для подсчета запасов также должны выполняться геофизической службой.

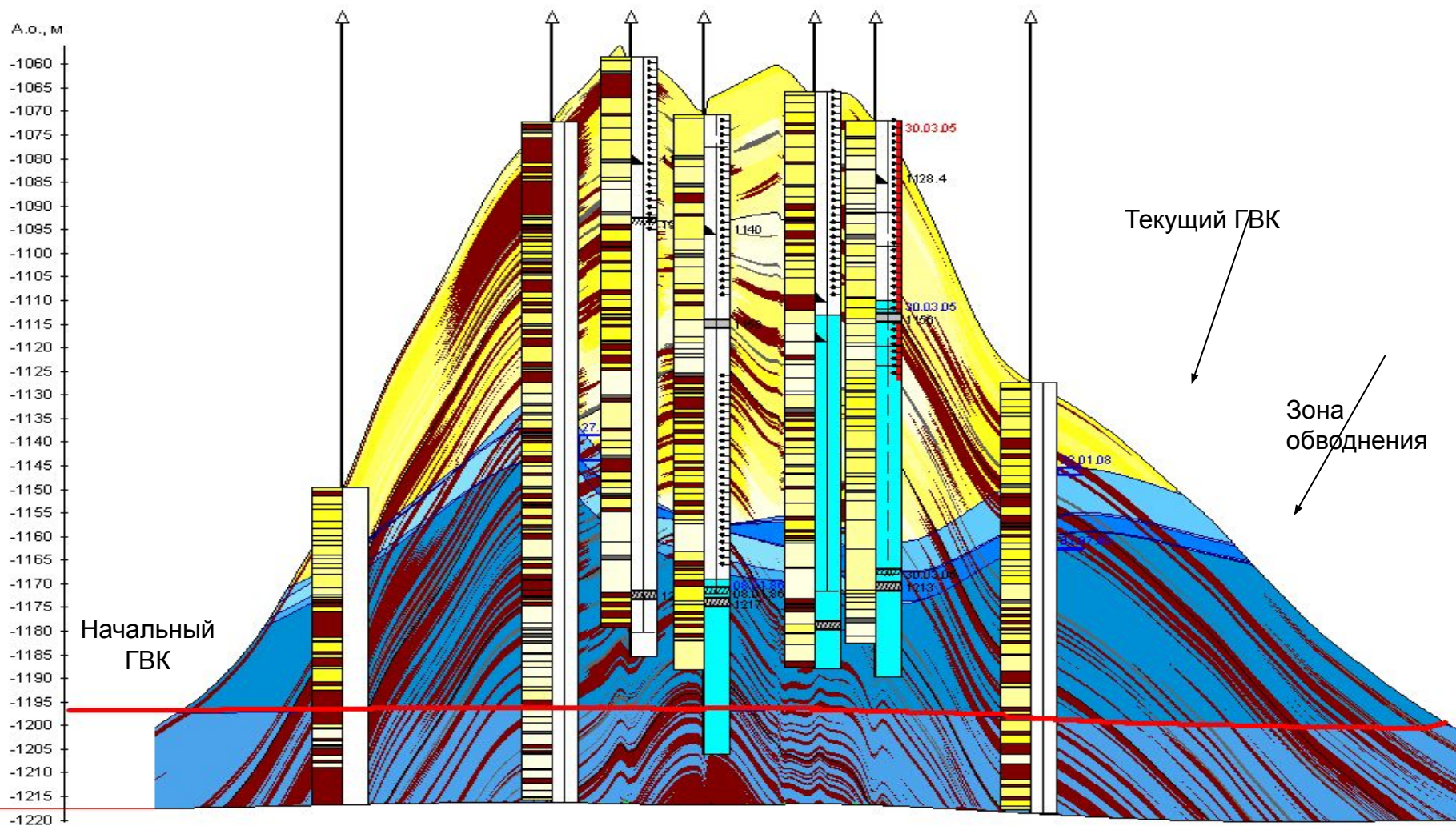
Все эти сложные задачи опытными специалистами – геофизиками, работающими в ООО «Газпром геофизика» успешно решаются и на высоком уровне, с использованием собственной системы «ГЕОМОД».

Подтвердим сказанное примерами.

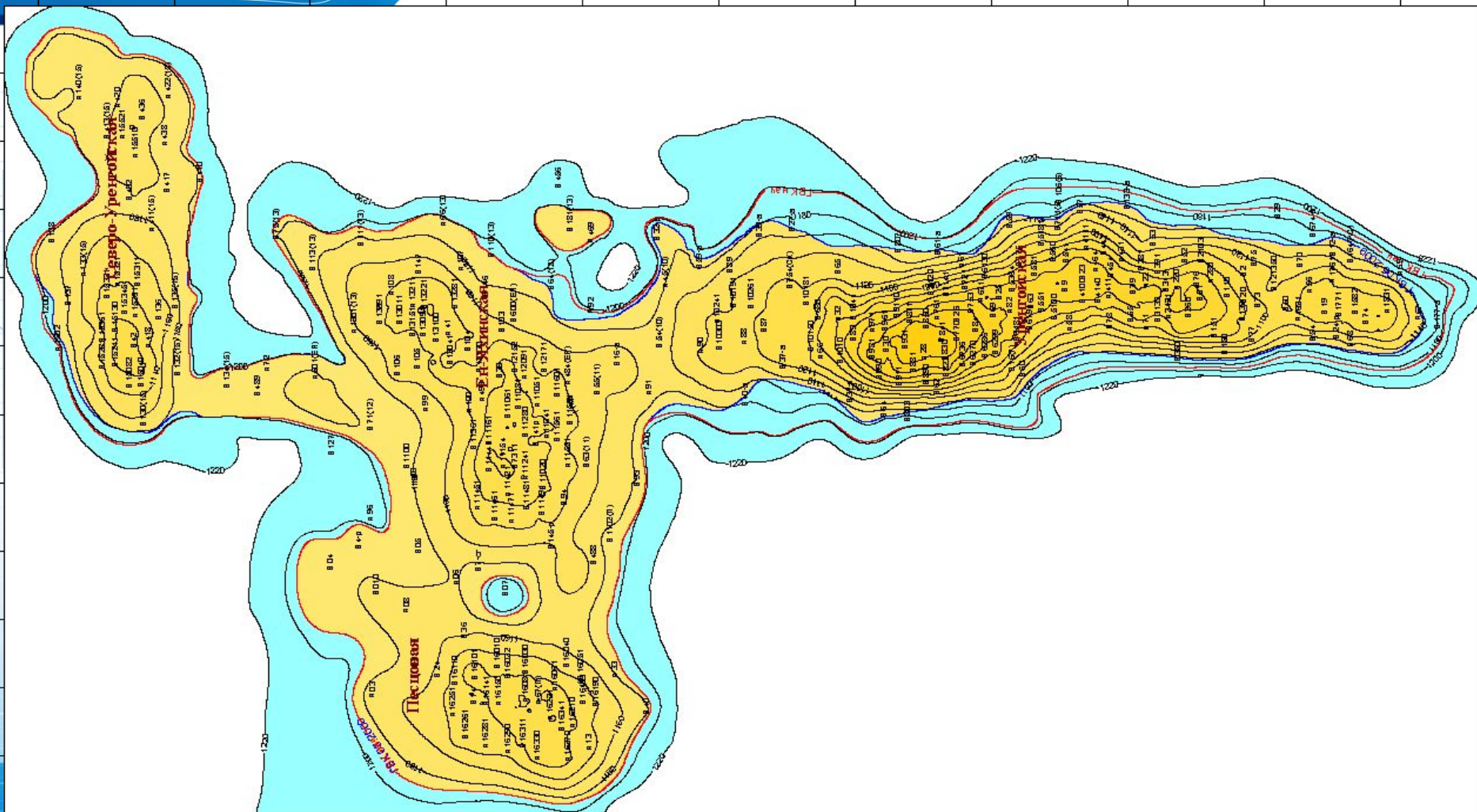
Схема корреляции сеноманских отложений Уренгойского месторождения



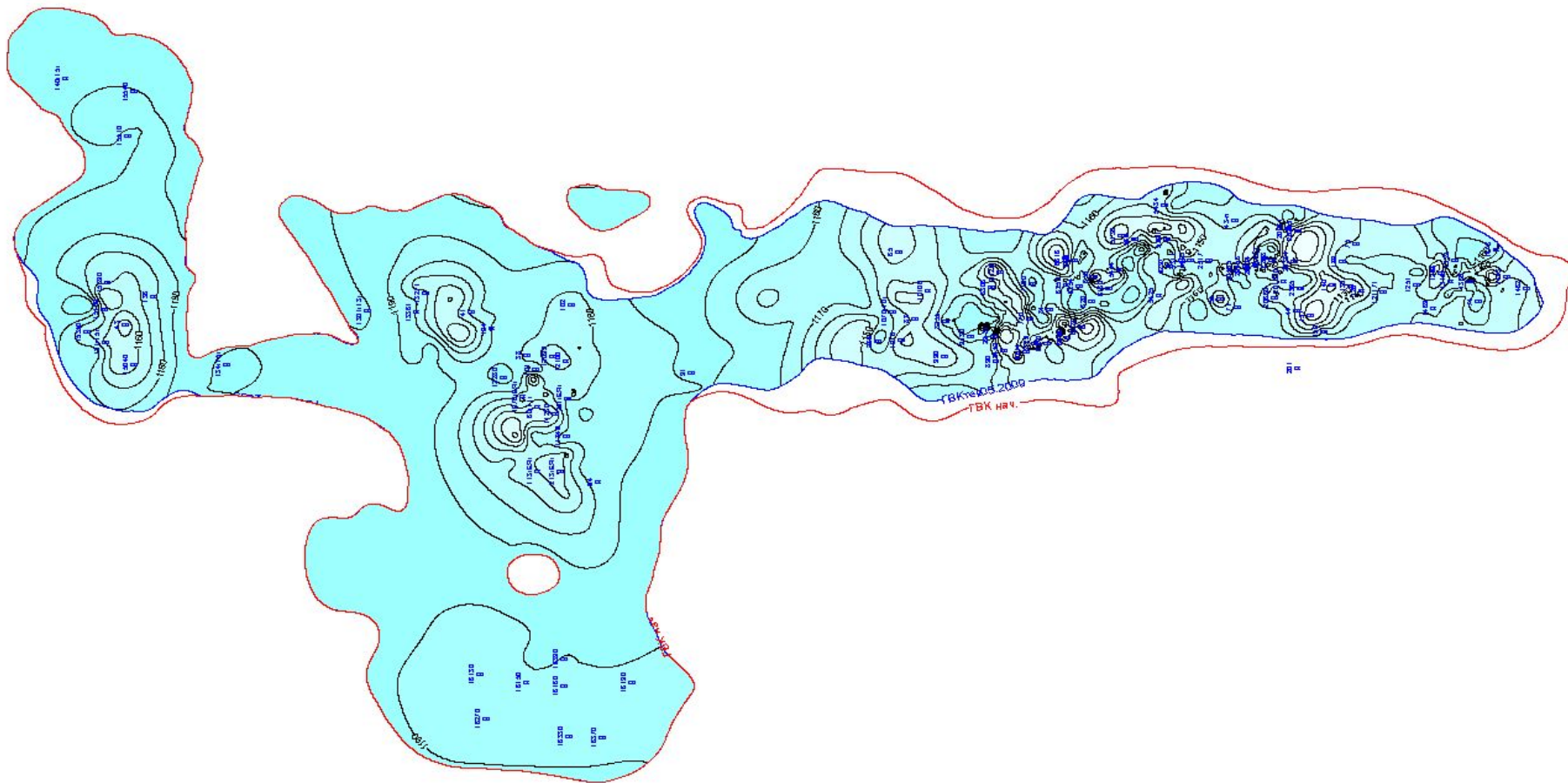
Геологический разрез сеноманских отложений Уренгойского месторождения с зонами обводнения, установленными по данным ГИС



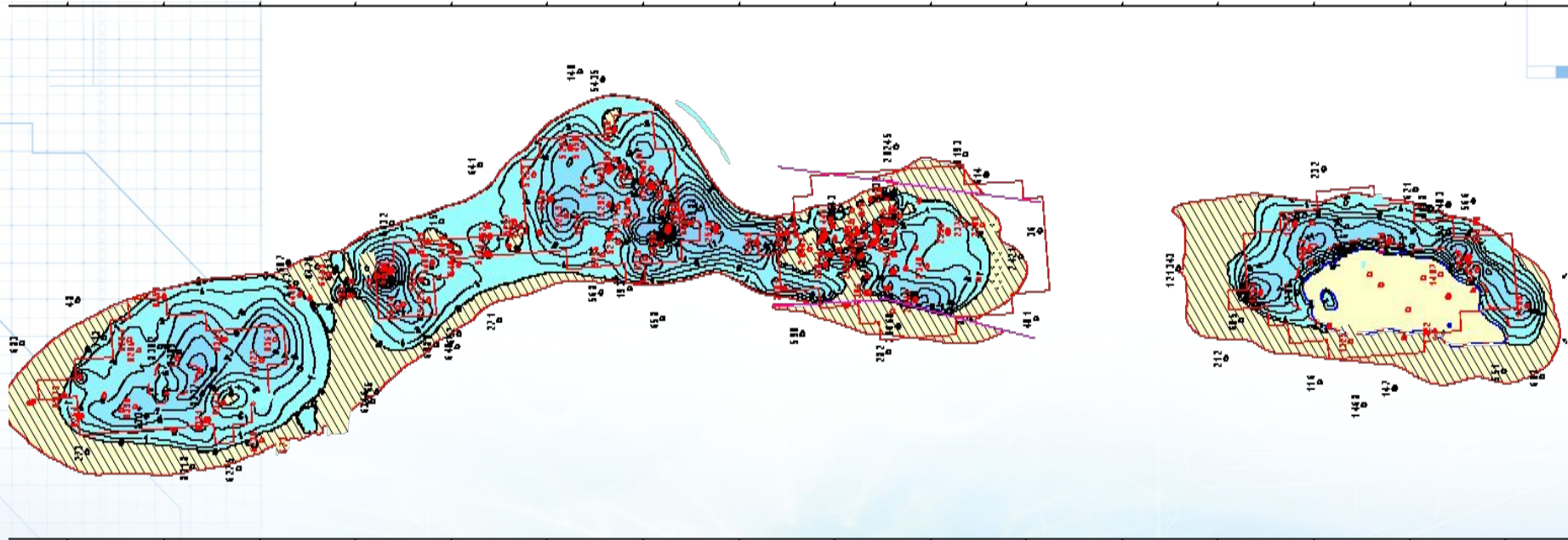
Структурная карта Уренгойского месторождения



Карта текущего ГВК Уренгойского месторождения





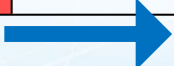

Карта подъема ГЖК одного из некомских продуктивных пластов Уренгойского месторождения



Ό ηεί αί ύ άί αί τί α-άί έ ύ :

- αί ά άί έ έ τί ά άί τί α-άέ ύ τί έ έ τί ό ό ά έ έ
- - αί ό ό άί τί έ έ τί ά άί τί α-άέ ύ τί έ έ τί ό ό ά έ έ
- - αί ό ό άί τί έ έ ό ά έ έ έ έ τί ό ό ά έ έ
- έ έ έ έ έ έ ά ό ύ τί ά ύ αί ά έ έ
- έ έ έ τί ά άί τί έ ά ά άί ύ ό έ τί ό ά ύ έ τί ά άί τί ό έ
- 52 40 η έ ά έ έ ύ , έ τί ό όί έ έ ό ό ύ έ ά έ τί ό ό τί α-άέ ύ τί άί έ έ
- 52 29 η έ ά έ έ ύ , έ τί ό όί έ έ ό ό ύ έ ά έ τί ό ό ό ά έ ό ύ ά άί έ έ
- έ τί ά έ τί έ ό ά ά έ τί τί τί αί ά ά έ ό έ έ αί έ ύ
- ▨ ό-ά ή ό έ έ τί ά άί τί έ ά ά άί τί αί τί ό ό ό ή ά έ ύ τί ά ύ αί έ έ έ έ

Информация к мониторингу запасов неокомских пластов Уренгойского

Объект	Пласт	Площадь газоносности	Средняя газонасыщенная толщина	Объем газонасыщенных пород	Коэффициент пористости	Эффективный поровый объем	Движение запасов
		млн. кв. м.	м.	млн.куб.м.	д.е.	млн.куб. м.	
1989 г.							
Главтюменгеология							
II	Итого	1151,8	26,43	30444,3	0,169	5149,9	
III	Итого	859,09	17,38	15556,6	0,167	2593,3	
	Всего	1151,8	39,94	46000,9	0,168	7743,2	
1995 г.							
ООО "Газпром геофизика"							
II	Итого	1199,77	22,66	27187,4	0,186	4573,5	
III	Итого	932,69	16,67	15549,2	0,161	2505,2	
	Всего	1199,77	35,62	42736,6	0,166	7078,7	
2006 г.							
ООО "ТюменНИИгипрогаз"							
II	Итого	1304,5	23,47	30620,6	0,155	5132,4	
III	Итого	968	15,79	15289,4	0,15	2294,1	
	Всего	1304,5	31,12	45910	0,153	7426,5	
2008 г.							
ООО "Газпром геофизика"							
II	Итого	1363	22,43	30574,5	0,166	5077,6	
III	Итого	924,2	15,94	14728,3	0,163	2393,6	
	Всего	1363	33,24	45408,8	0,165	7471,2	

Выводы:

Решение основных геологических задач методами ГИС возможно практически в любых сложно построенных разрезах.

Производственные филиалы ООО «Газпром геофизика» в основном оснащены отечественной аппаратурой, работающей в условиях повышенных давлений и температур.

Методические вопросы интерпретации ГИС в коллекторах сложного строения отработаны. Необходимо лишь научно обоснованно настроить соответствующие методики на конкретно геологические условия месторождения или скважины.

Для глубокозалегающих пород формальный перенос известных методик интерпретации может привести к получению ошибочных результатов.

Комплекс ГИС в глубоких поисково-разведочных скважинах должен быть расширен методами выявления трещиноватости и детальной оценки литологического состава пород. Обязательный комплекс ГИС должен быть усилен современными информативными геофизическими методами, для решения таких задач как:

- выявление трещинных коллекторов;*
- боковое азимутальное сканирование;*
- наклонометрия;*
- литологическое изучение состава породы;*
- литоплотностной гамма-гамма каротаж;*
- изучение содержания естественных радиоактивных элементов ЕРЭ и точной оценки глинистости и минерального состава глин;*
- спектральный гамма-каротаж.*



Спасибо за внимание