

Автоматизация
Мониторинга
Технологий

ЗАО «АМТ»

Санкт-Петербург

**Оперативное литологическое расчленение разреза
в реальном времени бурения скважины.
Выделение пластов-коллекторов.**

www.amt-s.spb.ru

Литологическое расчленение разреза скважины - одна из самых важных задач в процессе проводки скважины.



Позволяет с минимальными затратами времени:

- ✓ правильно подобрать тип долота, оптимальный режим его отработки;
- ✓ предупредить возможные осложнения и аварийные ситуации, связанные с литологией – прихваты инструмента, поглощение ПЖ, проявление пластового флюида, коагуляция ПЖ и т.д.;
- ✓ уточнить интервалы отбора керна, проб шлама;
- ✓ выделить местоположение реперов в разрезе скважины;
- ✓ уточнить границу стратиграфического подразделения относительно проектной границы, указанной в ГТН;
- ✓ оперативно выделить пласты – коллекторы. Это позволяет исследовать потенциально продуктивные объекты с минимальным разрывом во времени между вскрытием и исследованием, без влияния неблагоприятных факторов (зона проникновения, зона кольматации и др.);
- ✓ сократить объем геофизических работ, что особенно важно при бурении глубоких и сверхглубоких скважин, где проведение геофизических работ затруднено.

Оперативное литологическое расчленение разреза скважины



Нскв = 3000м



Выход шлама ≈ 60 мин



Отбор проб и анализ шлама

Информация с задержкой на время выхода шлама и выполнения необходимых исследований

Оперативное литологическое расчленение
Информация в реальном времени - «из-под долота»



Оперативное литологическое расчленение разреза скважины по технологическим параметрам



- Механическая скорость бурения
- Среднеквадратичное отклонение механической скорости;
- Нормализованная скорость
- D- экспонента
- б-log
- Нормализованный момент на роторе
- Среднеквадратичное отклонение момента на роторе
- Нормализованное давление
- Дифференциальный расход

В качестве основного источника информации для оперативного литологического расчленения разреза скважины используются технологические параметры с мгновенной привязкой данных к разрезу скважины.

При бурении наклонно – направленных скважин с применением технологий БИТ-ВЗД значения отмеченных параметров чаще всего бывают некорректны, т.к. в расчетные формулы входит нагрузка на долото и обороты долота

Оперативное литологическое расчленение разреза скважины по параметрам энергокаротажа



- **Забойная мощность ВЗД**
- **Условная удельная работа разрушения**
- **Коэффициент буримости**
- **Коэффициент буримости, исправленный на забойную мощность ВЗД**
- **Коэффициент буровой пористости**
- **Произведение параметров условной удельной работы разрушения и мех. скорости $A_v^y * V_m$**
- **Плотность породы расчетная**
- **Прочность породы расчетная**

При наклонно-направленном бурении, бурении скважин БИТовыми долотами в сочетании с винтовыми забойными двигателями для оперативного литологического расчленения разреза скважины в реальном времени бурения используются технологические параметры, в расчетные формулы которых не входят нагрузка на долото и обороты долота, значения которых, в большинстве случаев, некорректны.

Оперативное литологическое расчленение разреза скважины.



№ п/п	Параметр
1.	<i>d-экспонента</i>
2	<i>d-экспонента скорректированная</i>
3	<i>б-мех.каротаж (б-log):</i>
4	<i>Нормализованная механическая скорость</i>
5	<i>Нормализованное давление</i>
6	<i>Нормализованный момент</i>
7	<i>Дифференциальный расход (объем)</i>
8	<i>Забойная мощность ВЗД</i>
9	<i>Условная удельная работа разрушения</i>
10	<i>Коэффициент буровой пористости</i>
11	<i>Коэффициент буримости относительный</i>
12	<i>Коэффициент буримости исправленный</i>
13	<i>Параметра буримости</i>

V_m – мех скорость

N_d – обороты долота

G_d – нагрузка на долото

D_d – диаметр долота

$g_{P_{плN}}$ – градиент нормального
пластового давления

$\gamma'_{эkv}$ – эквивалентная плотность
раствора

G_{db} – нагрузка на долото (базовая)

N_{db} – обороты на долото (базовые)

$I_{вр}$ – коэффициент износа долота по
вооружению

P_n – давление нагнетания

Q_n – расход ПЖ на входе

$K_{pQ_2}, K_{pQ_1}, K_{pQ_0}$ – коэффициенты
зависимости давления нагнетания ПЖ
от расхода ПЖ на входе в скважину

M_p – момент на роторе

M_r – момент на роторе

K_{mN_1}, K_{mN_0} – коэффициенты зависимости
момента холостого хода на роторе от
частоты вращения ротора.

$N_{гп}$ – полная гидравлическая мощность

H – глубина скважины

$V_{пч}$ – средняя скорость за последний час

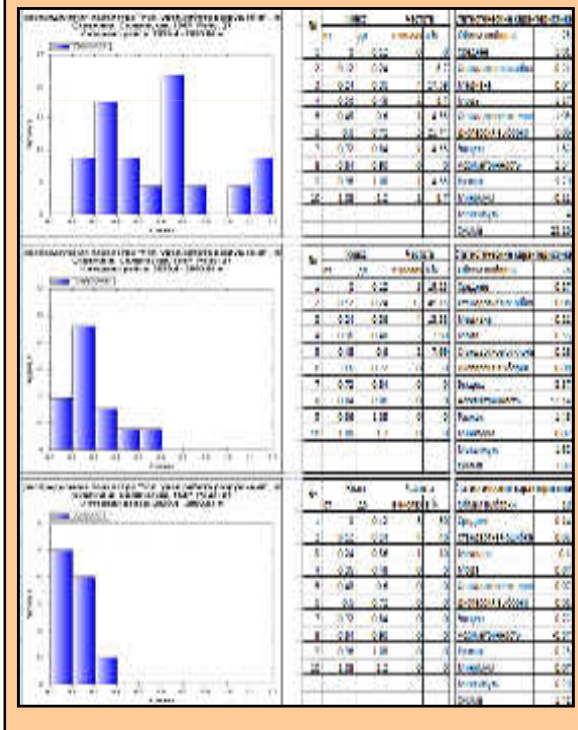
$N_{звзДmax}$ – максимальная мощность ВЗД

Оперативное литологическое расчленение разреза скважины Геологический анализатор



Для оперативного литологического расчленения разреза скважины в реальном времени бурения используется *Геологический анализатор*, который сравнивает усредненные за шаг квантования по глубине значения технологических параметров с моделями пород типового разреза района работ.

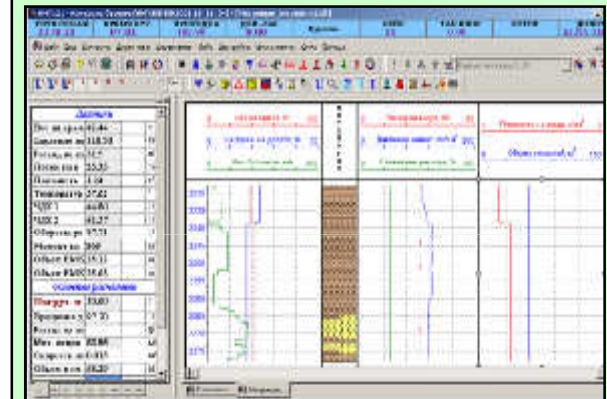
Статистическая обработка материала



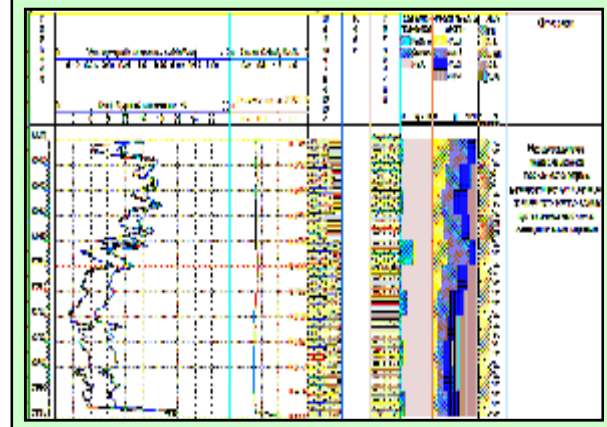
Настройка модели пород

Породы: СЛП-1, СЛП-2, СЛП-3, СЛП-4, СЛП-5, СЛП-6, СЛП-7, СЛП-8, СЛП-9, СЛП-10						
Свойства пород						
Породы	СЛП-1	СЛП-2	СЛП-3	СЛП-4	СЛП-5	СЛП-6
Скорость	0.12	0.15	0.18	0.20	0.22	0.25
Средний диаметр	100	110	120	130	140	150
Средняя температура	150	160	170	180	190	200
Среднее давление	10	12	15	18	20	22

Геологический анализатор



Сопоставление результатов

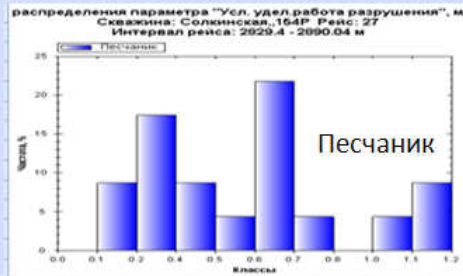


Оперативное литологическое расчленение разреза скважины

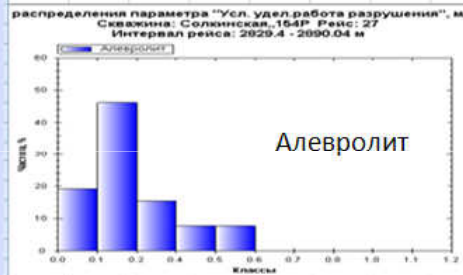


Расчет моделей пород.

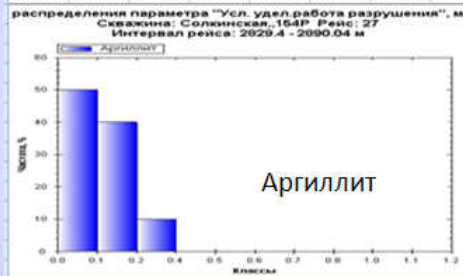
Статистическая обработка параметра Условная удельная работа разрушения



№	Класс		Частота		Статистические характеристики	
	от	до	в числах	в %	Объем выборки	
1	0	0.12	0	0	23	Среднее 1.01
2	0.12	0.24	2	8.7		Стандартная ошибка 0.21
3	0.24	0.36	4	17.39		Медиана 0.64
4	0.36	0.48	2	8.7		Мода 1.17
5	0.48	0.6	1	4.35		Стандартное отклонение 1.03
6	0.6	0.72	5	21.74		Дисперсия выборки 1.06
7	0.72	0.84	1	4.35		Экссесс 1.82
8	0.84	0.96	0	0		Ассиметричность 2.34
9	0.96	1.08	1	4.35		Размах 3.79
10	1.08	1.2	2	8.7		Минимум 0.21
						Максимум 4
						Сумма 23.26



№	Класс		Частота		Статистические характеристики	
	от	до	в числах	в %	Объем выборки	
1	0	0.12	5	19.23	26	Среднее 0.27
2	0.12	0.24	12	46.15		Стандартная ошибка 0.06
3	0.24	0.36	4	15.38		Медиана 0.21
4	0.36	0.48	2	7.69		Мода 0.53
5	0.48	0.6	2	7.69		Стандартное отклонение 0.28
6	0.6	0.72	0	0		Дисперсия выборки 0.08
7	0.72	0.84	0	0		Экссесс 3.37
8	0.84	0.96	0	0		Ассиметричность 12.14
9	0.96	1.08	0	0		Размах 1.45
10	1.08	1.2	0	0		Минимум 0.07
						Максимум 1.52
						Сумма 7.07



№	Класс		Частота		Статистические характеристики	
	от	до	в числах	в %	Объем выборки	
1	0	0.12	5	50	10	Среднее 0.14
2	0.12	0.24	4	40		Стандартная ошибка 0.02
3	0.24	0.36	1	10		Медиана 0.1
4	0.36	0.48	0	0		Мода 0.07
5	0.48	0.6	0	0		Стандартное отклонение 0.07
6	0.6	0.72	0	0		Дисперсия выборки 0.01
7	0.72	0.84	0	0		Экссесс 0.72
8	0.84	0.96	0	0		Ассиметричность -0.87
9	0.96	1.08	0	0		Размах 0.23
10	1.08	1.2	0	0		Минимум 0.07
						Максимум 0.29
						Сумма 1.41

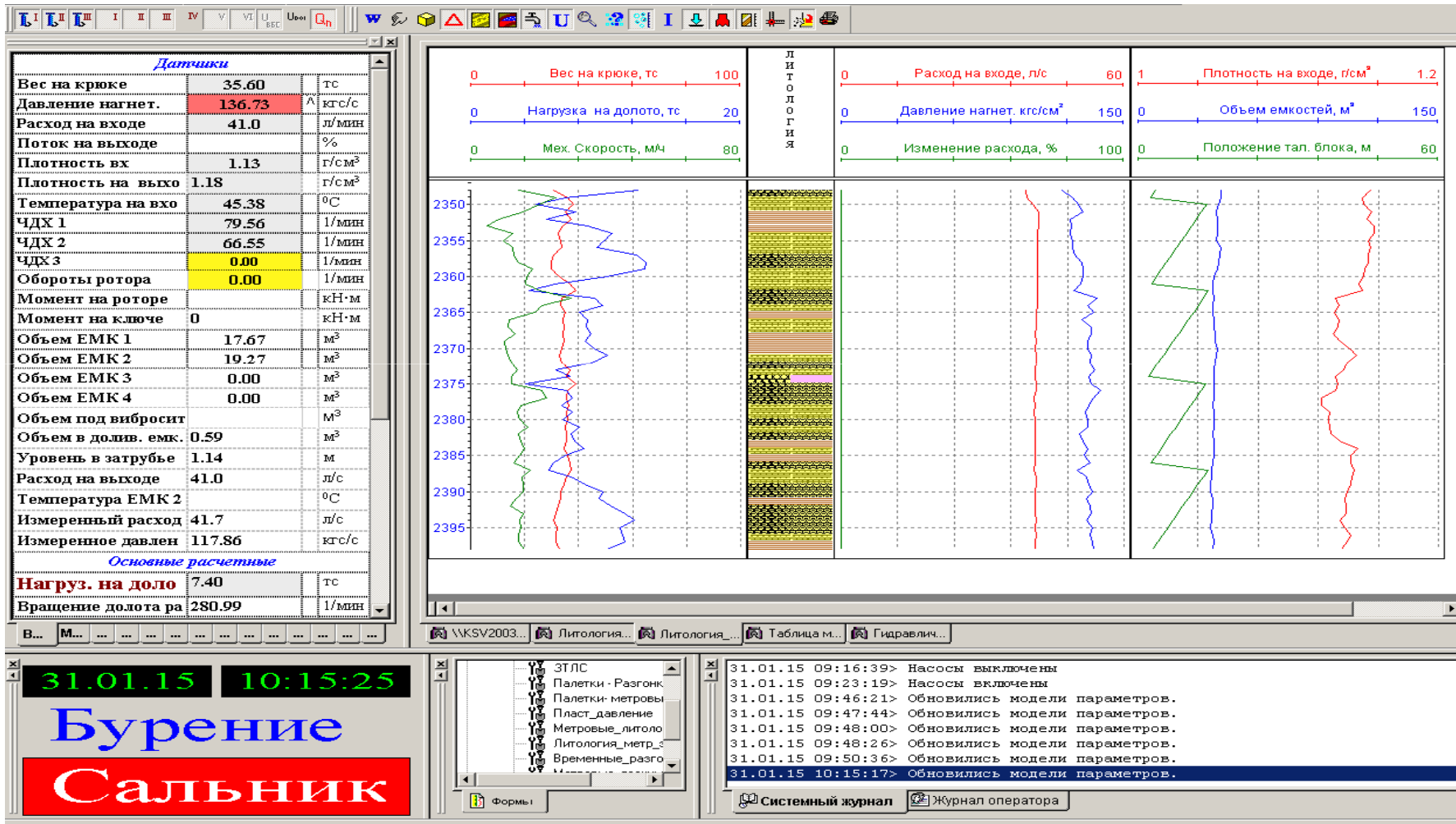
В настоящее время в станциях АМТ используются вероятностные модели прогнозирования различных ситуаций в процессе проводки скважины (Модели аварий и осложнений, Модели долот, Модели пластов, Модели технологических операций и процессов). Модели пород не являются исключением.

Параметр	Усл. удел. работа разрушения, м/(кВт*час)				
	0.00 - 0.12	0.12 - 0.24	0.24 - 0.48	0.48 - 0.60	0.60 - 10.80
Алевролит		0.60			
Аргиллит	0.60				
Песчаник глинист			0.60		
Песчаник				0.60	0.60

Оперативное литологическое расчленение разреза скважины



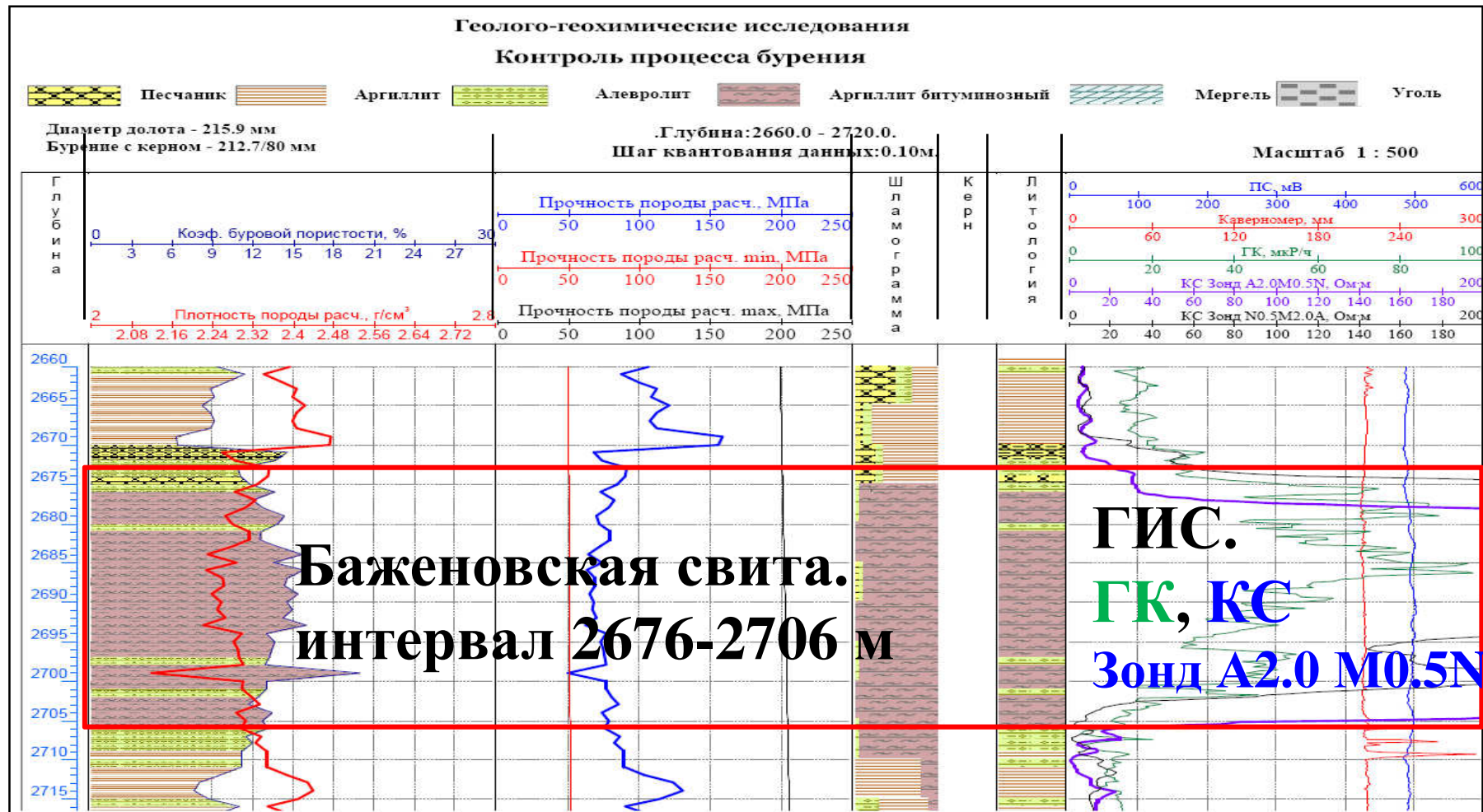
Контроль бурения. Работает Геологический анализатор...





Оперативное литологическое расчленение разреза скважины

Сводный документ технологических, геологических и геофизических исследований. Баженовская свита.

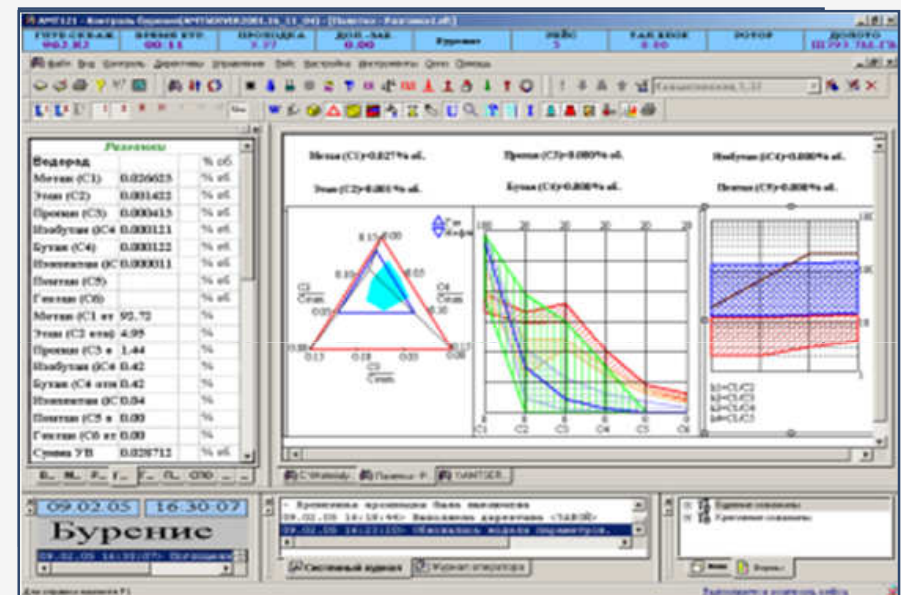
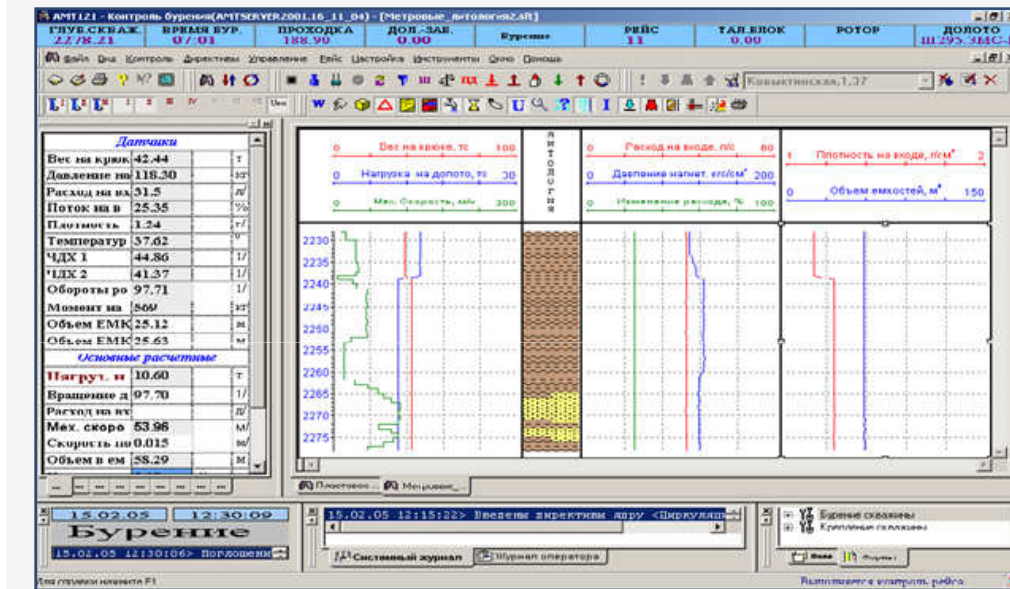


Баженовская свита выделена по увеличению значений буровой пористости, уменьшению значений **расчетной плотности пород** и **расчетной прочности пород**. По результатам ГИС выделена в том же интервале



Контроль бурения

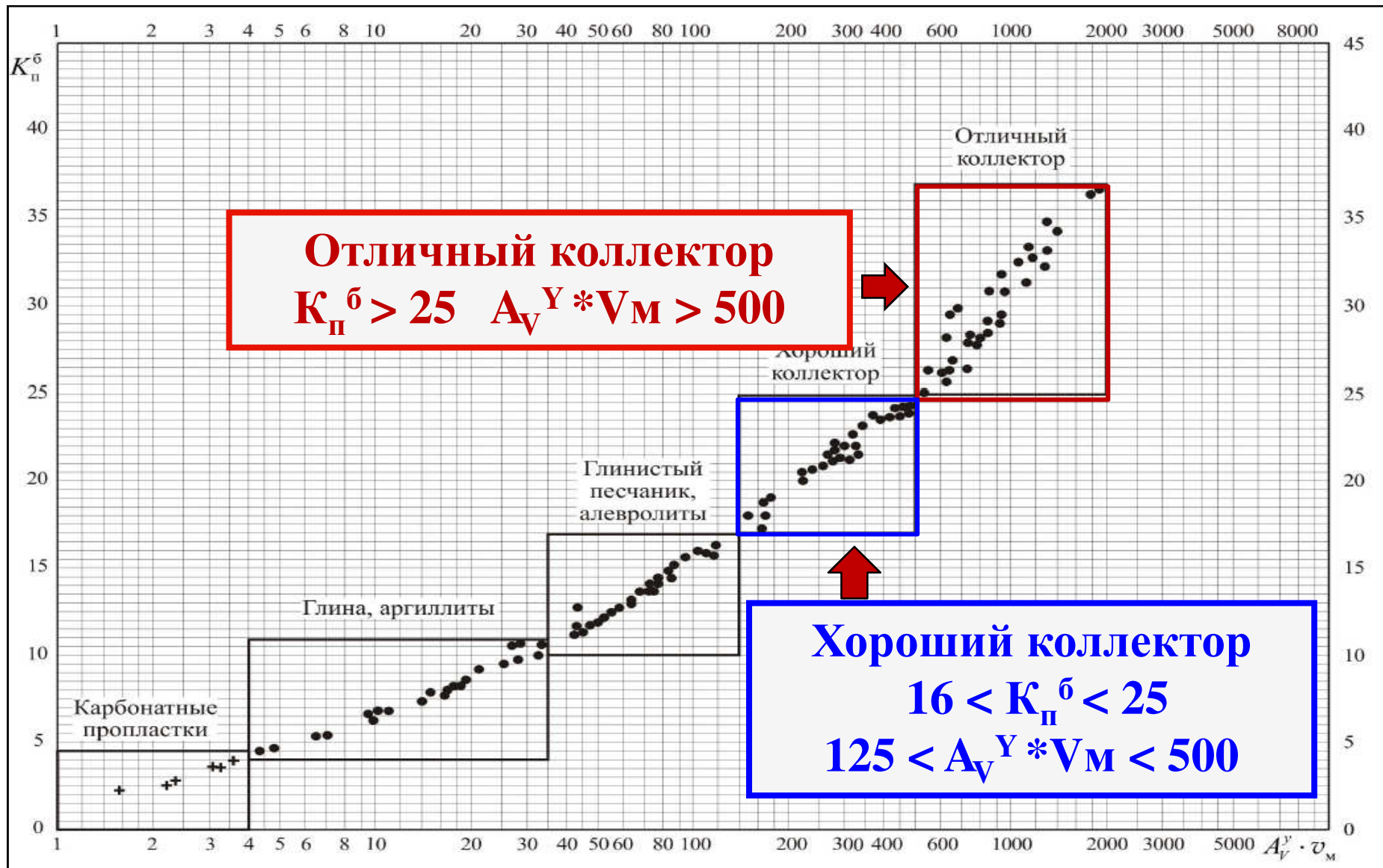
Геолого-технологические исследования.



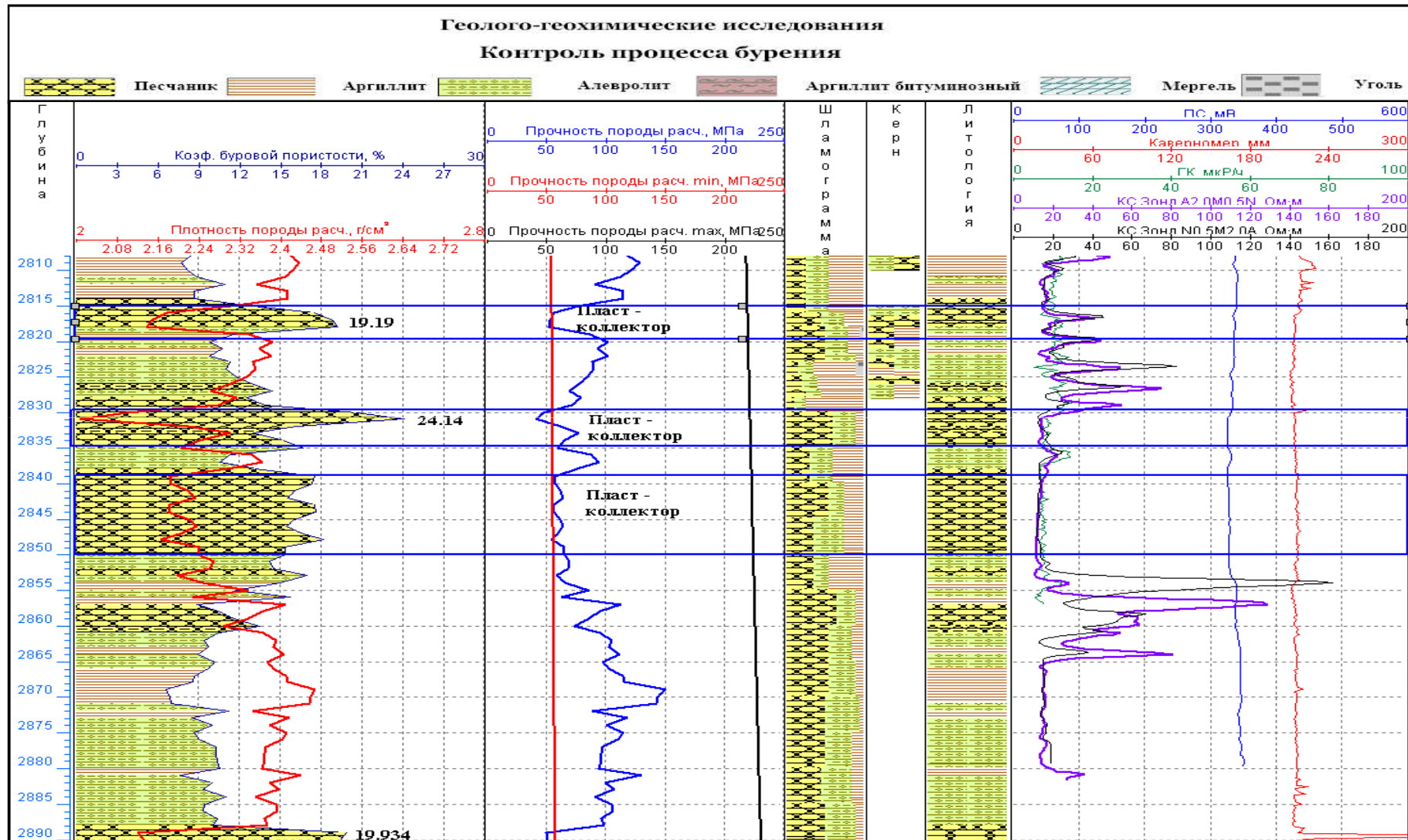
Обеспечивается построение литологической колонки в процессе бурения, с выделением коллекторов и определением характера их насыщения на основе параметров газового каротажа.

Выделение коллекторов. Прогнозное определение характера насыщения коллектора.

Кроссплот для литологического расчленения и выделение коллекторов



Сводный документ ГТИ и ГИС



Пласты – коллекторы отмечены максимальными значениям буровой пористости, минимальными значениями расчетной плотности породы и минимальными значениями расчетной прочности породы.

Заключение



Получение новой технологической информации позволяет решить задачи оперативного литологического расчленения разреза скважины и выделения пластов – коллекторов в процессе бурения скважины по технологии БИТ – ВЗД на более качественном уровне.

В качестве основной информацией для качественного решения рассмотренных задач в реальном масштабе времени бурения скважины предлагается использовать параметры энергокаротажа, которые являются наиболее петрофизически обоснованными.

Параметры энергокаротажа получены расчетным путем из основных параметров ГТИ (давления нагнетания, расхода на входе, механической скорости, глубины скважины), определяемые станциями ГТИ любого производителя

Параметры энергокаротажа - технологические параметры с мгновенной привязкой данных к разрезу скважины - данные « из-под долота».

В расчетные формулы параметров энергокаротажа не входят нагрузка на долото и обороты долота, значения которых при бурении наклонно-направленных скважин с применением технологий БИТ - ВЗД, некорректны.

Качество результатов зависит от качества и полноты данных, используемых для статистической обработки уже пробуренных скважин. Без качественной информации нет качественных моделей.



Оперативное литологическое расчленение разреза в реальном времени бурения скважины. Выделение пластов-коллекторов.



Спасибо за внимание!

Интернет-сайт
Электронная почта
Телефон/факс
Почтовый адрес
Офис

www.amt-s.spb.ru
hq@amt-s.spb.ru
+7(812) 322-20-03
199004 Санкт-Петербург, а/я 46
199106 Санкт-Петербург, 24 линия, дом 3-7