



ЭНЕРГИЯ

# **Применение данных каротажа в процессе бурения с использованием комплексных приборов LWD121-2ННК-ГГКЛП и LWD172-2ННК-ГГКЛП-3ГК разработки и производства ООО «НПП Энергия» для целей подсчета запасов**

**Авторы:**

**Черменский В.Г., Емельянов А.В., Меженская Т.Е., Воробьев А.Н.(ООО «НПП Энергия»)**

**Велижанин В.А.**

**Крючатов Д.Н., Исянгулов Р.У. (ОАО «Когалымнефтегеофизика»)**

**г.Тверь  
Сентябрь 2019 г.**



**ЭНЕРГИЯ**



ООО «НПП Энергия» зарегистрировано в 2010 г. Научно-производственная база расположена в городе Твери. Сейчас на предприятии работают более 70 высококвалифицированных специалистов, в т.ч. заслуженные работники различных отраслей промышленности, работники с учеными степенями доктора и кандидатов наук. Станочное оснащение – самое современное и передовое.

#### Флагманские продукты:

- Модули радиоактивного каротажа в процессе бурения различных диаметров LWDxxx-2ННК-ГГКЛП(-ЗГК)
- Импульсные генераторы нейтронов (МФНГ-701, МФНГ-601);
- Автономные комплексы РК, доставляемые в интервал исследования на буровом инструменте (АПЛК, АПГГКЛП и др.);
- Кабельные геофизические приборы РК (ГГКЛП-76, ПЛК-76, ПИМС-90, ПИНК-43)

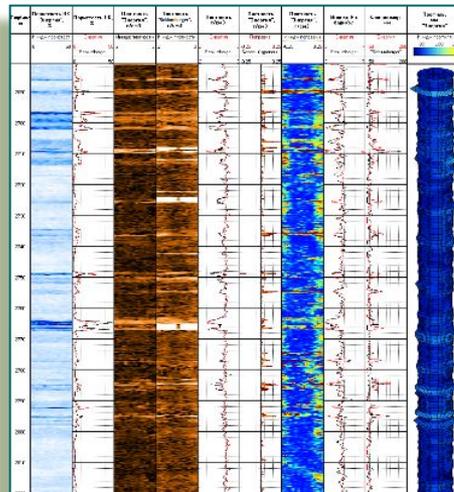


# Аппаратура LWDxxx-2ННК-ГГКЛП

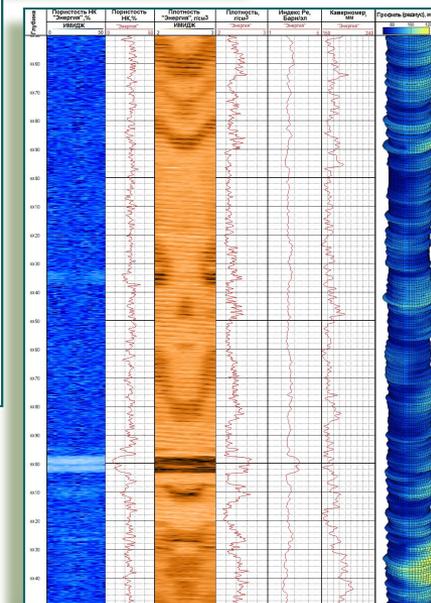
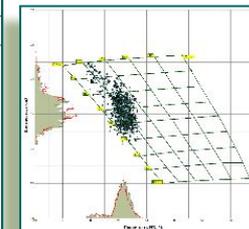
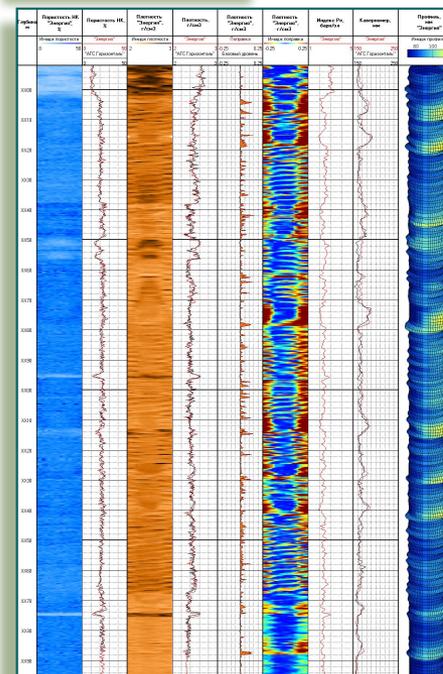
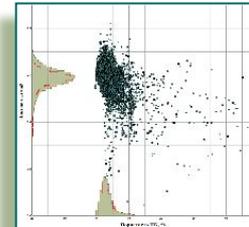


ЭНЕРГИЯ

В 2017 г. в ООО «НПП Энергия» завершена разработка и выведен на российский рынок модуль азимутально направленного литолого-плотностного и двойного нейтронного каротажа для проведения ГИС в процессе бурения - LWDXXX-2ННК-ГГКЛП



Schlumberger



При внедрении систем LWD в производство были проведены ОПР на месторождениях ОАО «ЛУКОЙЛ» в Западной Сибири. Ряд из них был выполнен совместно с зарубежными аналогами LWD-систем.

Опытные испытания успешно продемонстрировали конкурентоспособность аппаратуры ООО «НПП Энергия», что вызвало большой интерес нефтяников и геофизиков к предложенной российской технологии.



Weatherford

Аппаратура стационарного радиоактивного каротажа в процессе бурения типа LWDxxx-2ННК-ГГКЛП выполняется 3-х типоразмеров:

LWD108-2ННК-ГГКЛП, LWD121-2ННК-ГГКЛП, LWD172-2ННК-ГГКЛП-ЗГК.

В состав измерительных зондов аппаратуры входят:

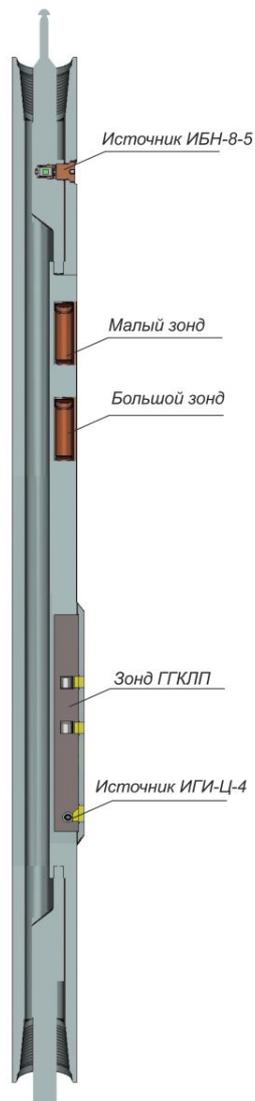
- азимутальный зонд компенсированного нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (2ННКт-ПБ),
- азимутальный зонд компенсированного литолого-плотностного гамма каротажа (ГГКЛП-ПБ),
- азимутальный зонд интегрального гамма каротажа (ГК-ПБ)\*.



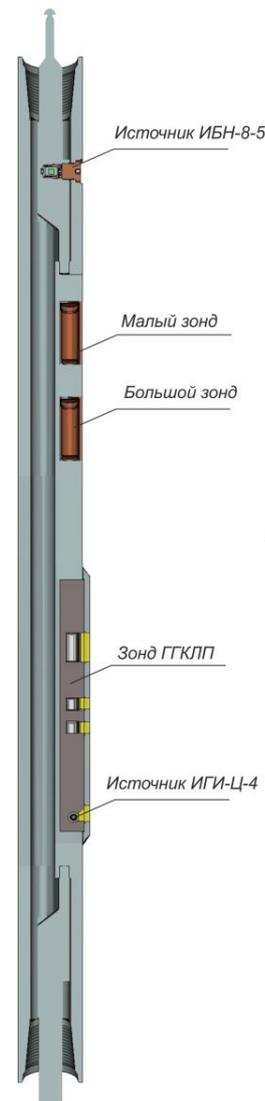


### Схематичное изображение модулей

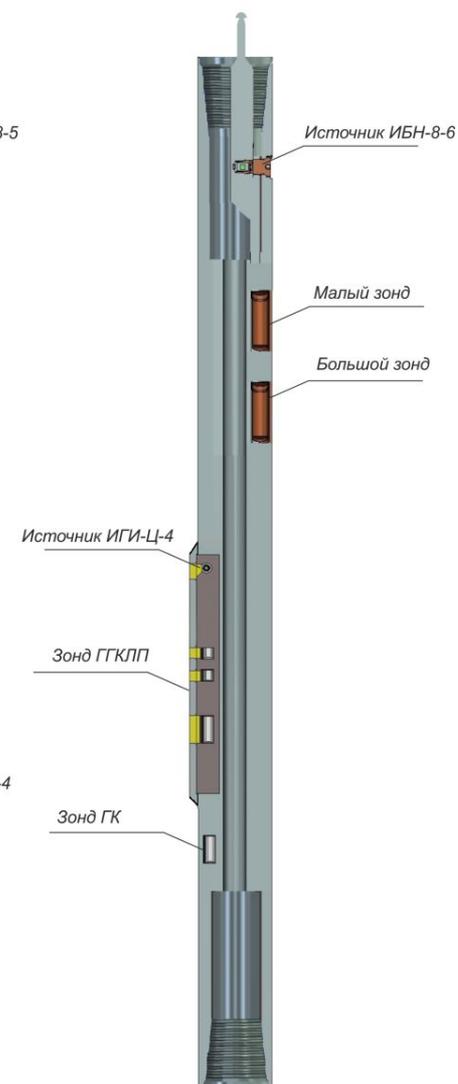
- LWD108-2ННК-ГГКЛП
- LWD121-2ННК-ГГКЛП
- LWD172-2ННК-ГГКЛП-3ГК



LWD108-2ННК-ГГКЛП



LWD121-2ННК-ГГКЛП



LWD172-2ННК-ГГКЛП-3ГК

# Технические характеристики аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ		LWD108-2ННК-ГГКЛП	LWD121-2ННК-ГГКЛП	LWD172-2ННК-ГГКЛП-ЗГК
Диаметр корпуса, мм		108	121	172
Диаметр лопастей стабилизаторов, мм		118	136, 146, 149	210
Диаметр исследуемых скважин, мм		120÷132	142÷168	216÷223
Длина, мм		3000	3000	3000
Масса, кг		200	270	500
Предельные нагрузки:				
Допустимый крутящий момент, кНм		10	20	30
Допустимое растягивающее усилие, кН		500	1600	1250
Допустимое сжимающее усилие, кН		300	1000	1250
Максимальная интенсивность набора кривизны ствола скважины		5° на 10 м		
Диапазон рабочей температуры, °С:				
– при работе в скважине		+10 ÷ +120		
– при программировании и проверке работоспособности		-45 ÷ +50		
Максимальное гидростатическое давление, МПа		120		
Виброустойчивость в диапазоне 10÷60 Гц, g		20		
Ударостойкость к одиночным ударам длительностью 6÷12 мс, g		50		
Расход промывочной жидкости при содержании песка не более 1%, л/сек		12÷14	24	65
Присоединительные резьбы, сверху (муфта) / снизу (муфта)		3-86/3-86	3-102/3-102	3-133/3-133
ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ				
Параметр	Точность*	Статистическая точность при проходке 20 м/ч		
Плотность горных пород	Предел допустимой основной относительной погрешности измерения в диапазоне: от 1.7 до 2.0 г/см <sup>3</sup> ±1.5%; от 2.0 до 3.0 г/см <sup>3</sup> ±1.2 %	±0,0075 г/см <sup>3</sup> при плотности 2,5 г/см <sup>3</sup> Мощность источника 0,5 Ки		
Индекс фотоэлектрического поглощения, отн.ед. (Рe)	Предел допустимой основной абсолютной погрешности измерения в диапазоне: не более ± 0.2 при Рe<2,5; не более ± 0.25 при Рe>2,5.	± 0.25 при Рe=3 Мощность источника 0,5 Ки		
Водонасыщенная пористость (по 2ННК), %	Основная относительная погрешность измерения в диапазоне: 0÷40 4.2+2.3(40/Кп-1), %	±1% при К <sub>п</sub> =20% Мощность источника 6,5 Ки		
Имидж плотности	16 секторов/360 градусов			
Вертикальное разрешение		25 см по зонду ГГКЛП 50 см по зонду 2ННК		6

# Аппаратура LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

На сегодняшний день на производстве используются 18 модулей LWDXXX-2ННК-ГГКЛП, 22 модуля находится в производстве.

Пробурено БОЛЕЕ 50 ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН.

Модули LWDXXX-2ННК-ГГКЛП официально интегрированы в систему LWD компании APS. Сейчас ведутся работы по подключению аппаратуры ООО «НПП Энергия» к системам LWD компании Schlumberger, зонд ГГКЛП по лицензии адаптирован и изготавливается для работы в системах «Корвет» (ООО «Геомаш») и ГЕРС (ООО группа компаний «ГЕРС»).



Global perspective. Independent thinking.

7 Laser Lane  
Wallingford, CT 06492, USA  
P: 860.613.4450  
F: 203.284.7428

Общество с ограниченной  
ответственностью «НПП Энергия»  
Москва, Проспект Вернадского, 24, офис  
3, Российская Федерация, 119454

Limited Liability Company «Research and  
Production Enterprise Energiya»  
Prospect Vernadskogo, 24, office 3, Moscow,  
Russian Federation, 119454

Уважаемые Господа:

Dear sirs:

Отвечая на Ваш запрос, APS Technology Inc. подтверждает, что запатентованный Энергией инструмент нейтронного измерения пористости/лито плотности формации (модуль LWD121-2ННК-ГГКЛП) был успешно интегрирован с запатентованными системами APS SureShot™ MWD/SureLog LWD. Эта успешная интеграция является результатом сотрудничества между Энергией, APS и покупателем, конечным пользователем, систем Энергии и APS, которое было завершено в декабре 2018 года.

In response to your request, APS Technology Inc. confirms that the Energiya proprietary neutron porosity/litho density formation evaluation measurement tool (module LWD121-2NNK-GGKLP) has been successfully integrated with APS' proprietary SureShot™ MWD/SureLog LWD systems. This successful integration is the result of a collaboration between Energiya, APS and the end user purchaser of the Energiya and APS systems that was completed in December of 2018.

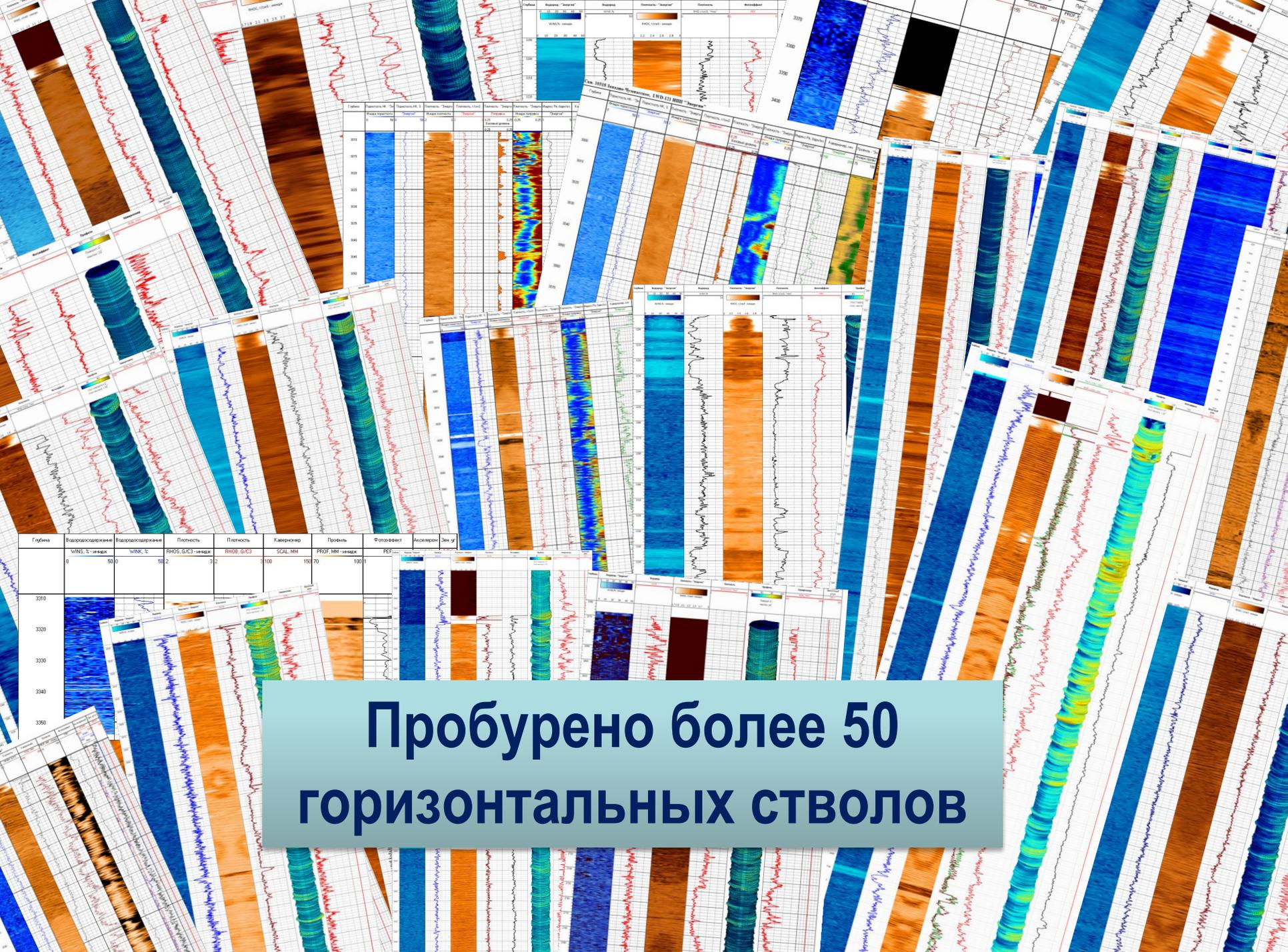
С уважением / Sincerely

Денис П. Биглин / Denis P. Biglin

Исполнительный вице – президент / Executive Vice President



Дата / Date « 16 » MAY 20 19



Глубина	Вязкоупругость	Вязкоупругость	Плотность	Плотность	Калибровка	Профиль	Фотопрофиль	Измерения	Знак
0	WNS, % - индекс	WNS, %	RHO, Г/СМ <sup>3</sup> - индекс	RHO, Г/СМ <sup>3</sup>	SCALE, MM	PROF, MM - индекс	REL		
310									
330									
330									
340									
350									

**Пробурено более 50  
горизонтальных стволов**



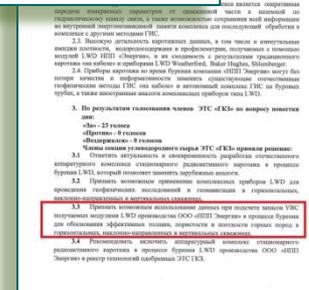
# Решение

## Экспертно-технического совета Государственной комиссии по запасам

### полезных ископаемых

Протокол №6 29.07.2019

1. Отметить актуальность и своевременность отечественного аппаратного комплекса стационарного радиоактивного каротажа в процессе бурения LWD, который позволяет заменить зарубежные аналоги;
2. Признать возможным применений комплексных приборов LWD для проведения геофизических исследований и геонавигации в горизонтальных, наклонно-направленных и вертикальных скважинах;
3. Признать возможным использование данных при подсчёте запасов УВС, получаемых модулями LWD производства ООО «НПП Энергия» в процессе бурения, для обоснования эффективных толщин, пористости и плотности горных пород в горизонтальных, наклонно-направленных и вертикальных скважинах;
4. Рекомендовать включить аппаратный комплекс стационарного радиоактивного каротажа в процессе бурения LWD производства ООО «НПП Энергия» в реестр технологий одобренных ЭТС ГКЗ.



Александр В.С.,  
И.С. Ширинин А.И.,  
И.А. Абу, Кривоша В.Г.,  
В.А.

У-ГКЗ отнесены  
к числу отечественных  
аппаратурных комплексов,  
используемых для  
бурения, геонавигации и  
геофизических исследований,  
так и

И.А.А.А.  
для скважин в процессе  
бурения, геонавигации и  
геофизических исследований  
ООО «НПП Энергия»

М.С. Яким

О.В. Труфанов

**НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ЭТО ЕДИНСТВЕННАЯ РОССИЙСКАЯ АППАРАТУРА LWD, ЧЬИ ДАННЫЕ ПРИНИМАЕТ ГКЗ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛАХ ТЕРРИГЕННЫХ И КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.**

# Аппаратура LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

На данный момент ООО «НПП Энергия» обеспечивает приборами стационарного радиоактивного каротажа в процессе бурения типа LWDxxx-2ННК-ГГКЛП ОАО «КНГФ», ОАО «БНГФ», ООО «Интеллектуальные системы» («Таргин»). После успешных сравнительных испытаний систем LWD «Schlumberger» и «НПП Энергии» компания «Schlumberger» подписала договор о приобретении аппаратуры ООО «НПП Энергия».



Schlumberger

APS  
TECHNOLOGY

БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

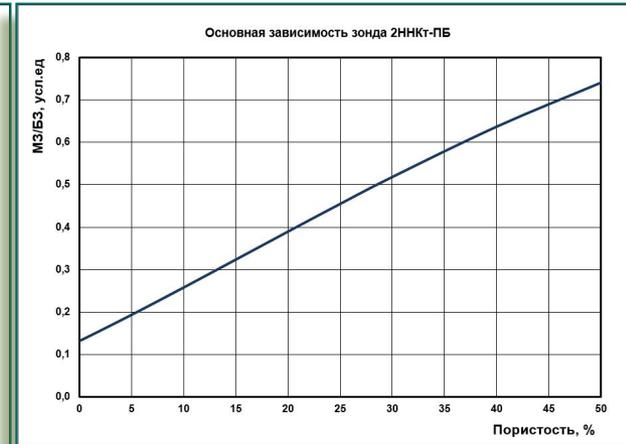
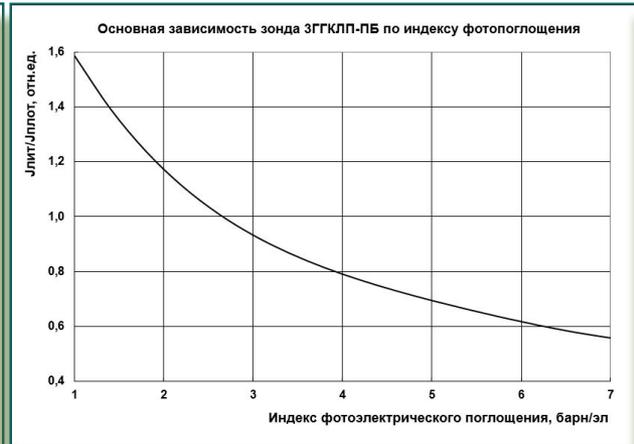
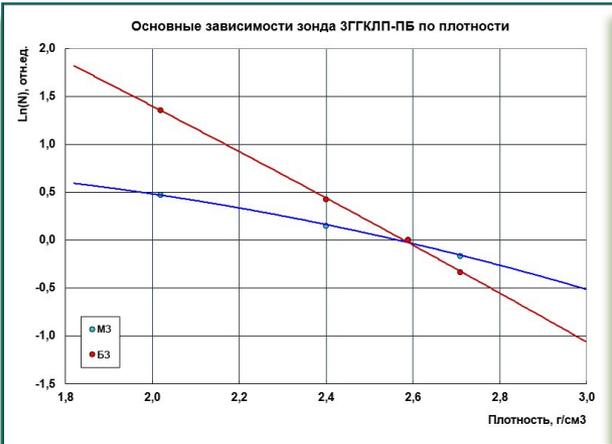


# Метрологическое обеспечение аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

Градуировка зондов ГГКЛП-ПБ и 2ННКт-ПБ аппаратуры LWDXXX-2ННК-ГГКЛП выполнена на государственных стандартных образцах нейтронных характеристик и плотности породы (4т модели горных пород ООО «Газпром-Георесурс»). Градуировочные зависимости зондов ГГКЛП-ПБ и 2ННКт-ПБ являются едиными для всех экземпляров аппаратуры одного типа. Ниже приведены основные (градуировочные) зависимости.



Основные зависимости зонда ГГКЛП-ПБ по плотности.

Основная зависимость зонда ГГКЛП-ПБ по индексу фотопоглощения.

Основная зависимость зонда 2ННКт-ПБ.



# Метрологическое обеспечение аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

## Калибровка зонда ГГКЛП-ПБ

Калибровка литологоплотностного зонда ГГКЛП-ПБ выполняется на 2т моделях (полупластах). Калибровочный комплект включает три образца плотности и индекса фотоэлектрического поглощения (СОПа) и имитатор индекса фотоэлектрического поглощения (стальная пластина толщиной  $1.0 \div 1.5$  мм, Fe).

Канал плотности калибруется по одноточечной схеме с использованием образца СОП-1 с параметрами  $\rho_e=2.66$  барн/эл,  $\sigma=2.59$  г/см<sup>3</sup>.

Канал индекса фотоэлектрического поглощения калибруется по двухточечной схеме с использованием образцов СОП-1 и СОП-1+Fe. Параметры последнего образца –  $\rho_e=4.8 \div 5.3$  барн/эл,  $\sigma=2.59$  г/см<sup>3</sup>.

Образцы СОП-2 и СОП-3 используются для контроля функции преобразования (контроля стабильности основной градуировочной зависимости зонда ГГКЛП-ПБ). Параметры образцов СОП-2 и СОП-3 перекрывают основной диапазон измерения плотности

( $1.70 \div 3.00$  г/см<sup>3</sup>) и индекса фотоэлектрического поглощения ( $1.5 \div 5.5$  барн/эл). Калибровка зонда ГГКЛП-ПБ выполняется перед каждым циклом использования аппаратуры. Эксплуатация зонда выполняется с источником, который использовался при его калибровке. Контроль калибровки зонда ГГКЛП-ПБ выполняется с периодичностью один раз в три - шесть месяцев.



## Калибровка зонда 2ННКт-ПБ

Калибровка зонда 2ННКт-ПБ выполняется на 4т моделях либо имитаторах пористости пласта (ИПП). Калибровочный комплект включает четыре точки: водяной бак и три имитатора (ИПП-1, ИПП-2, ИПП-3) либо три модели пористости.

Канал пористости калибруется по одноточечной схеме с использованием бака с водой.

Имитаторы пористости пласта ИПП-1, ИПП-2 и ИПП-3 (либо 4т модели) используются для контроля функции преобразования (контроля стабильности основной градуировочной зависимости зонда 2ННКт-ПБ). Параметры имитаторов пористости (моделей) должны перекрывать основной диапазон измерения пористости ( $1 \div 40\%$ ).

Калибровка зонда 2ННКт-ПБ выполняется перед каждым циклом использования аппаратуры. Контроль калибровки зонда 2ННКт-ПБ выполняется с периодичностью один раз в три - шесть месяцев.

# Интерпретационное обеспечение аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

Интерпретационное обеспечение зондов 2ННКт-ПБ и ГГКЛП-ПБ получено по данным натурного моделирования в метрологических центрах ООО «Газпром-Георесурс», ГУП ЦМИ «Урал-Гео», ОАО НПП ВНИИГИС, ООО «ТНГ-Групп», ПАО «Сургутнефтегаз», ОАО КНГФ, ООО «НПФ АМК Горизонт», ОАО «НПФ Геофизика». Математическое моделирование проведено с помощью лицензионного пакета программ MCNP-5.

Интерпретационное обеспечение зонда ГГКЛП-ПБ при расчете плотности, индекса фотоэлектрического поглощения породы и толщины промежуточного слоя между зондом и стенкой скважины позволяет учитывать влияния (с учетом направления прижатия зонда к стенке скважины):

- диаметра скважины,
- плотности промывочной жидкости,
- отклонения от стенки скважины (для плотности и индекса фотопоглощения),
- гамма активности породы.

Интерпретационное обеспечение зонда 2ННКт-ПБ при расчете водонасыщенной пористости породы позволяет учитывать влияния (с учетом направления прижатия зонда к стенке скважины):

- диаметра скважины,
- плотности и минерализации промывочной жидкости,
- минерализации пластовой воды,
- отклонения от стенки скважины,
- минерального состава породы,
- сечения захвата нейтронов.

Полная характеристика интерпретационного обеспечения модулей LWD108-2ННК-ГГКЛП, LWD121-2ННК-ГГКЛП и LWD172-2ННК-ГГКЛП-ЗГК приведена в «МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ по проведению каротажа в процессе бурения аппаратурой 2ННК-ГГКЛП-LWD и обработке результатов измерений», Тверь, 2018.



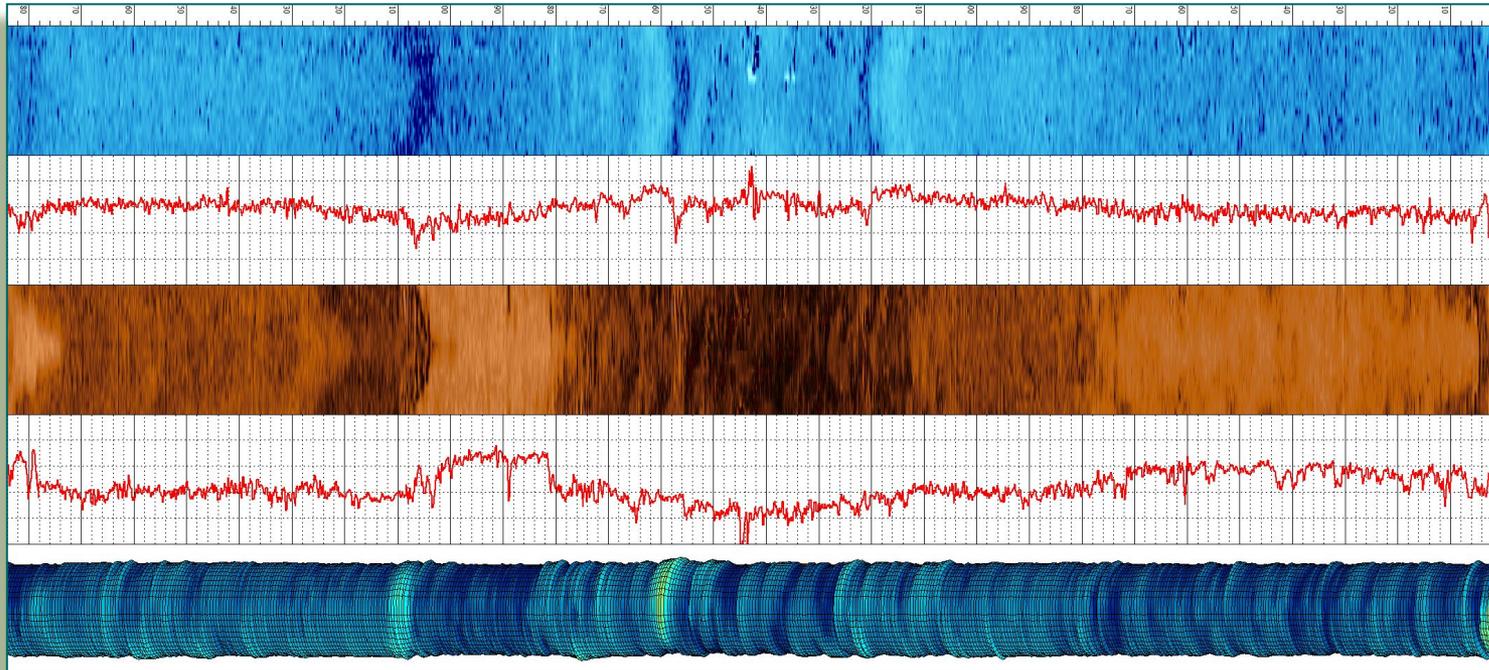
# Методическое обеспечение аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

## Учет влияния условий измерений при определении водонасыщенной пористости НК:

Процедура учета условий измерений при определении водонасыщенной пористости породы по данным зонда 2ННКт-ПБ состоит в следующем. Для обрабатываемой точки каротажа, с привлечением условий измерений (диаметра скважины, плотности и минерализации ПЖ, толщины и плотности промежуточной среды), используя данные многомерной аппроксимации, строится зависимость  $JM3/JБ3=F(Kп)$ . Полученная зависимость далее используется для оценки пористости обрабатываемой точки каротажа. Эта процедура повторяется для каждой точки каротажа. Учет минерального состава и сечения захвата породы выполняется в виде поправки к полученной расчетной пористости.



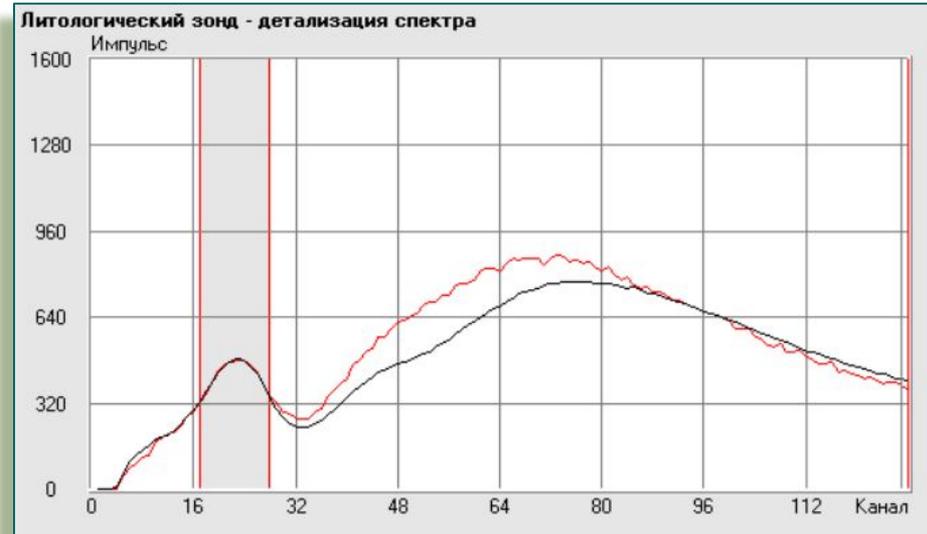
# Методическое обеспечение аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП



ЭНЕРГИЯ

## Учет влияния условий измерений при определении индекса фотоэлектрического поглощения породы.

Методика обработки данных литологического канала зонда ГГКЛП-ПБ состоит в оценке индекса фотоэлектрического поглощения породы по стандартной (для данной аппаратуры) градуировочной зависимости с использованием двухточечной калибровочной схемы. Полученное значение далее корректируется за влияние диаметра скважины, плотности породы и промывочной жидкости путем ввода поправки.



# Скважинные испытания аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

Для анализа эффективности и применимости аппаратуры LWDXXX-2ННК-ГГКЛП в таблице 1 представлены скважины, в которых проводились сравнительные испытания с аналогами «большой четверки» и повторный каротаж приборами российских производителей на трубах или на кабеле.

№ п/п	№ скв	Месторождение	№ прибора	Сравнение	Тип аппаратуры	Источники	Диаметр долота	Плотность ПЖ	Средний угол
1	xx90Г	Южно-Винтовское	2	После бурения проведены ГИС с применением автономного комплекса на трубах «АГС Горизонталь»	LWD121-2ННК-ГГКЛП	ИГИЦ 4-3 №76С (0,69 Ku) ИБН-8-5 №А86 (6,37 Ku)	155,6 мм	1,07 г/см <sup>3</sup>	90°
2	xx88Г	Южно-Винтовское	2	Сравнение с данными компании Weatherford	LWD121-2ННК-ГГКЛП	ИГИЦ 4-3 №76С (0,69 Ku) ИБН-8-5 №А86 (6,37 Ku)	155,6 мм	1,07 г/см <sup>3</sup>	90°
3	xx37Г	Южно-Винтовское	3	Сравнение с данными компании Weatherford	LWD121-2ННК-ГГКЛП	ИГИЦ 4-3 №22А (0,65 Ku) ИБН-8-5 №142 (6,27 Ku)	155,6 мм	1,12 г/см <sup>3</sup>	86°
4	xx63Г	Северо-Покачевское	3	Сравнение с данными компании Baker Hughes	LWD121-2ННК-ГГКЛП	ИГИЦ 4-3 №22А (0,65 Ku) ИБН-8-5 №142 (6,27 Ku)	155,6 мм	1,06 г/см <sup>3</sup>	86°
5	xx40	Сухаревское	10	Сравнение с данными компании Schlumberger	LWD121-2ННК-ГГКЛП	ИГИЦ 4-3 №05Т (0,268 Ku) ИБН-8-5 №А602 (6,5 Ku)	152,6 мм	1,05 г/см <sup>3</sup>	86°
6	xx39Г	Поточное	4	После бурения проведены ГИС с применением комплекса на геофизическом кабеле «Каскад»	LWD172-2ННК-ГГКЛП-3ГК	ИГИЦ 4-3 №55Н (0,68 Ku) ИБН-8-6 №О41 (12,75 Ku)	215,9 мм	1,12 г/см <sup>3</sup>	21°
7	xx298	Самотлорское	8	-	LWD121-2ННК-ГГКЛП	ИГИЦ 4-3 №Р01 (0,5 Ku) ИБН-8-5 №А866 (6,37 Ku)	155,6 мм	1,09 г/см <sup>3</sup>	85°

**Таблица 1.  
Перечень скважин,  
представленных для  
анализа в ГКЗ.**

# Скважинные испытания аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

В таблице 2 представлены обобщенные результаты графического анализа данных, полученных аппаратурой ООО «НПП Энергия» и аппаратурой других производителей. Использование частотных распределений для сопоставления расчетных параметров традиционно применяется для оценки по пилотным стволам и позволяет качественно оценить корректность расчетных кривых.

Сопоставляемые данные можно оценить как **совпадающие в пределах допустимых погрешностей измеряемых параметров.** Достаточно хорошее совпадение наблюдается как с данными полученными системами LWD зарубежных производителей, так и с данными полученными отечественными образцами аппаратуры на кабеле и на трубах.

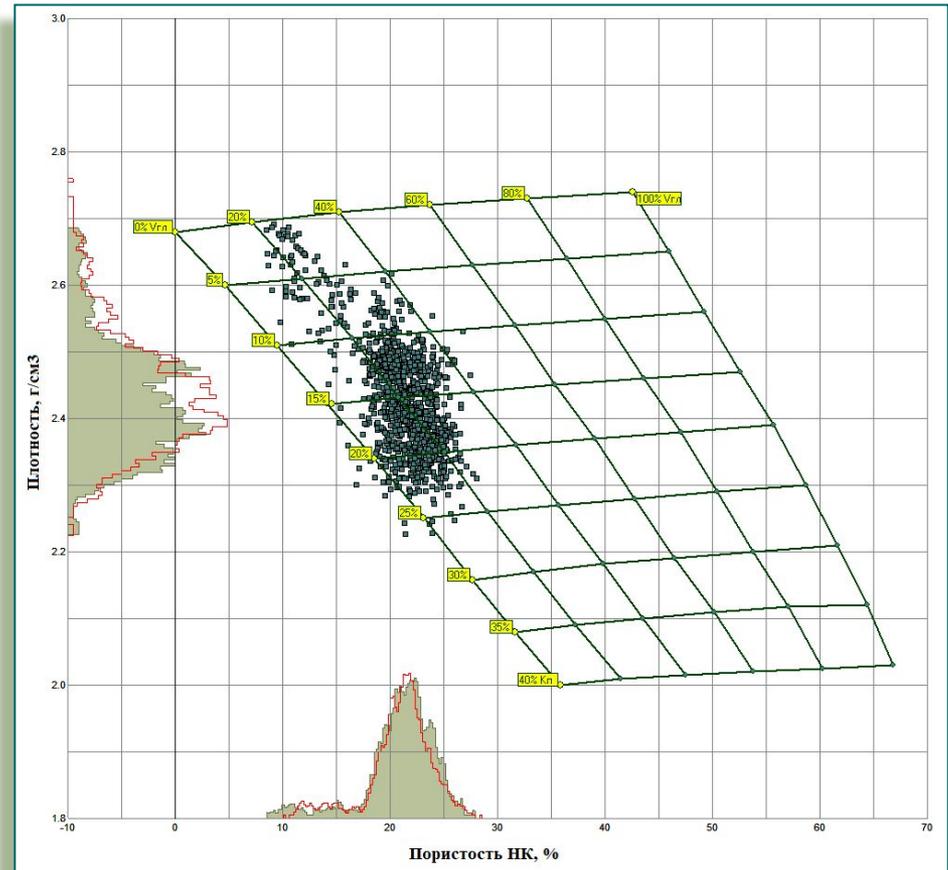
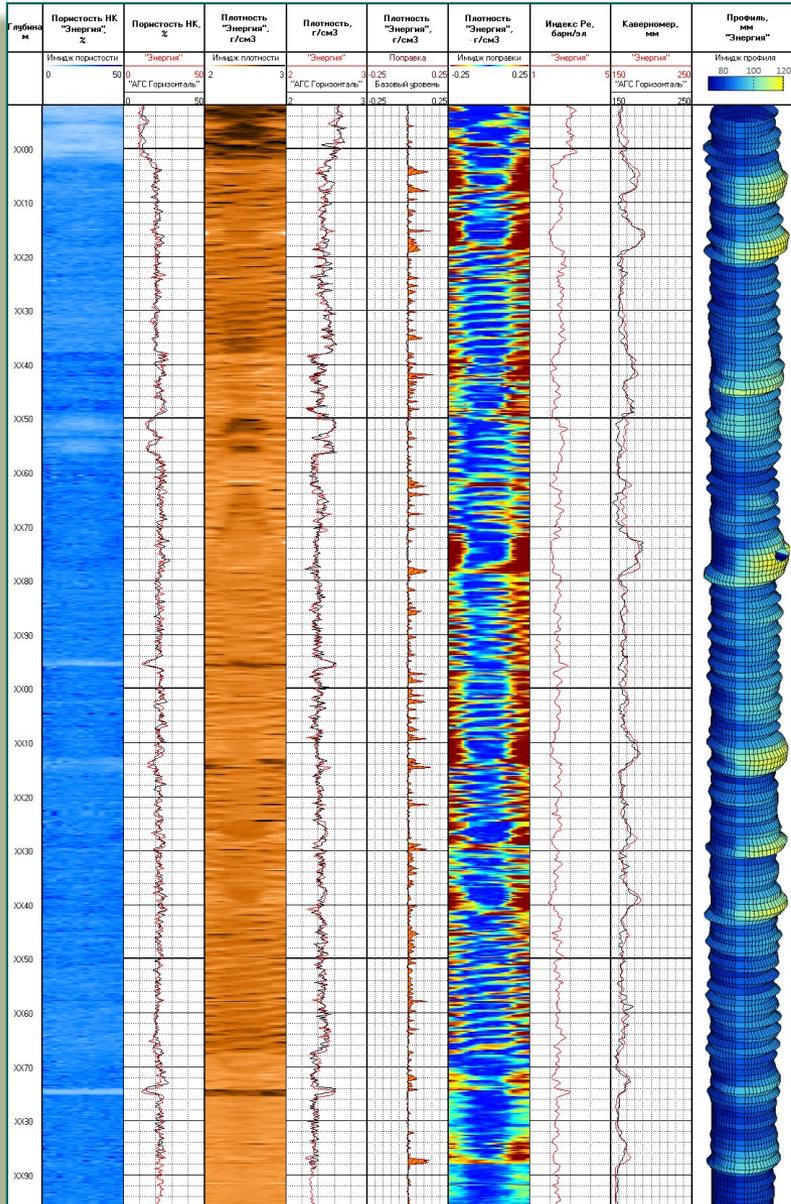
Скважина	Δ по част. распр.			
	Пористость НК, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Диаметр, мм	Индекс Ре, барн/эл.
ХХ90 Южно-Выинтойское «НПП Энергия» - «АГС Горизонталь»	0,5	0,01	2	-
ХХ88 Южно-Выинтойское «НПП Энергия» - «Weatherford»	0,2	0,01	6-10 (из-за размывтия ствола по истечении 9 суток после бурения)	-
ХХ37 Южно-Выинтойское «НПП Энергия» - «Weatherford»	0,5	0,02	3	0,15
ХХ63 Северо-Покачевское «НПП Энергия» - «Baker Hughes»	6,0 (пористость НК Baker Hughes систематически занижена на 6% по кросспл. анализу)	0,02	5	0,10
ХХ40 Сухаревское «НПП Энергия» - «Schlumberger»	0,1	0,01	2	0,05
ХХ39 Поточное «НПП Энергия» - «Каскад»	-	0,02	4 (диаметр аппаратуры "Каскад" систематически завышен на 4мм относительно диаметра долота)	-

**Таблица 2. Обобщение данных сопоставления расчетных параметров.**

# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

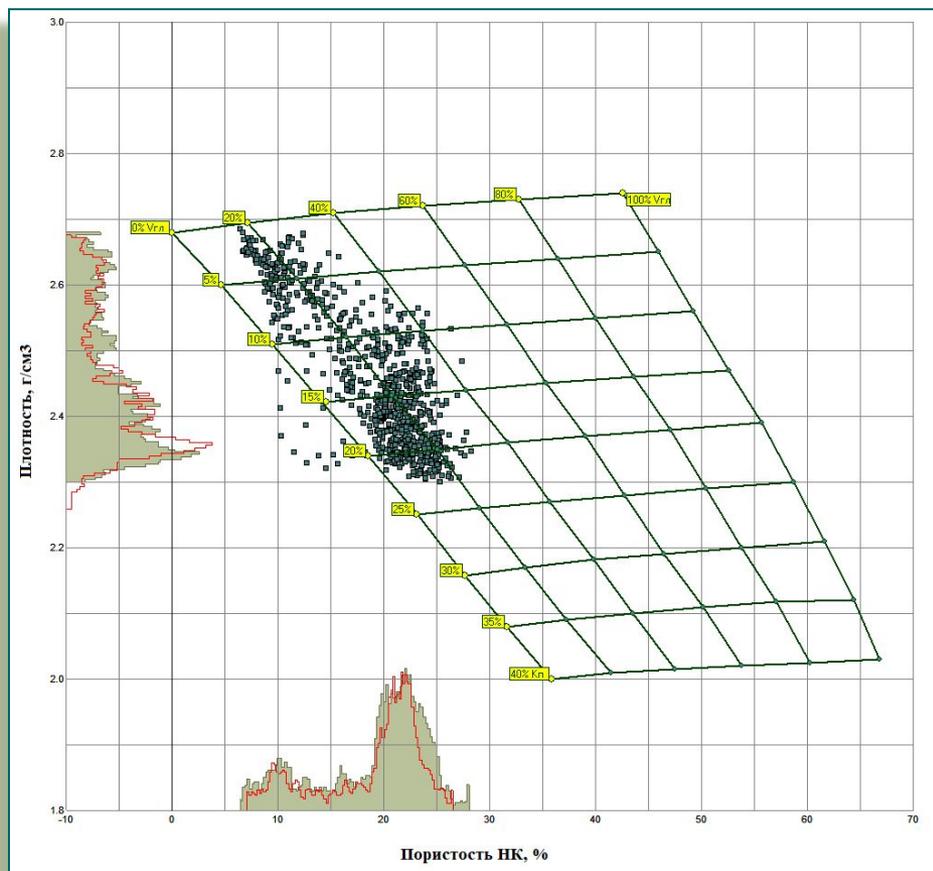
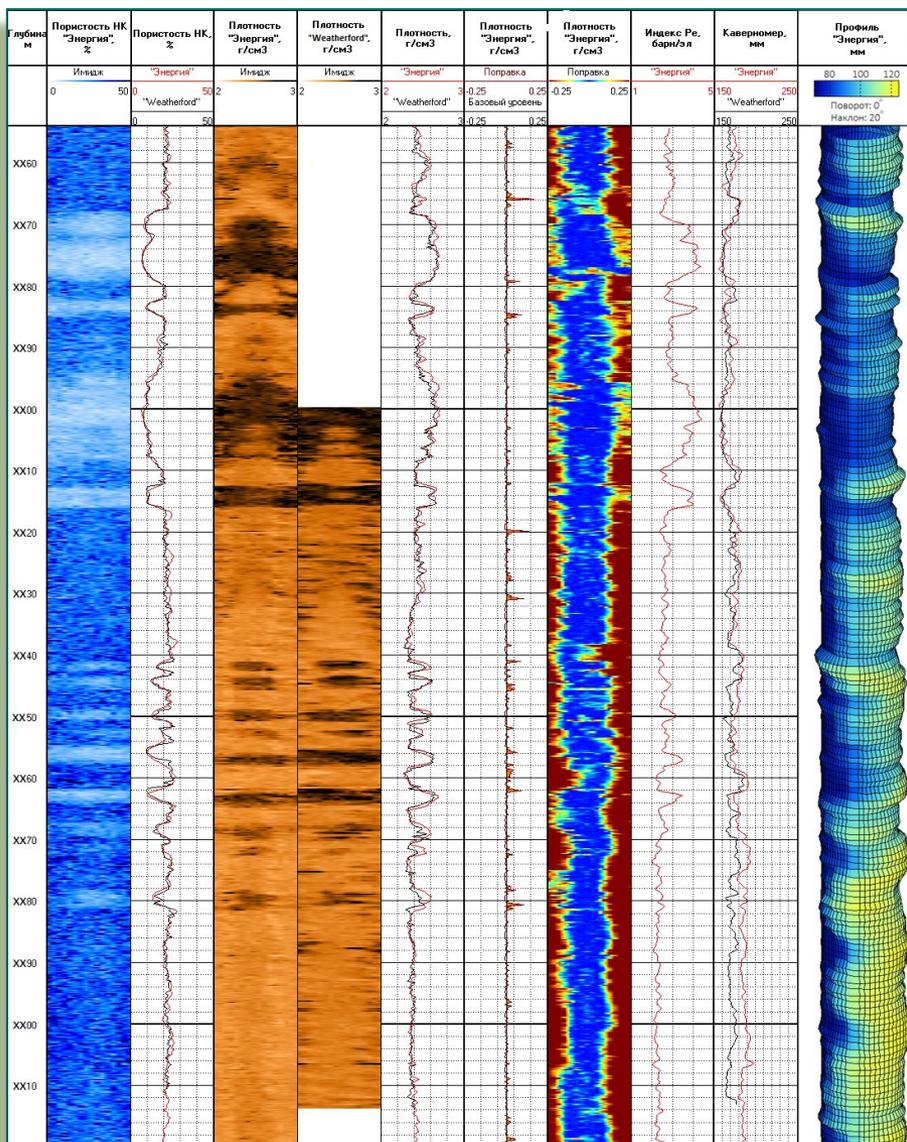


Месторождение Южно-Винтойское. Скважина xx90Г. Сравнение данных, полученных после бурения автономным комплексом на трубах «АГС Горизонталь». Терригенный разрез. На кроссплоте сравнительных испытаний красным выведено частотное распределение данных «АГС Горизонталь». Различия в среднем, модальном и медианном значениях двух оценок плотности не превышает 0,01 г/см<sup>3</sup>, пористости – 0,5%, среднего диаметра – 2 мм.

# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

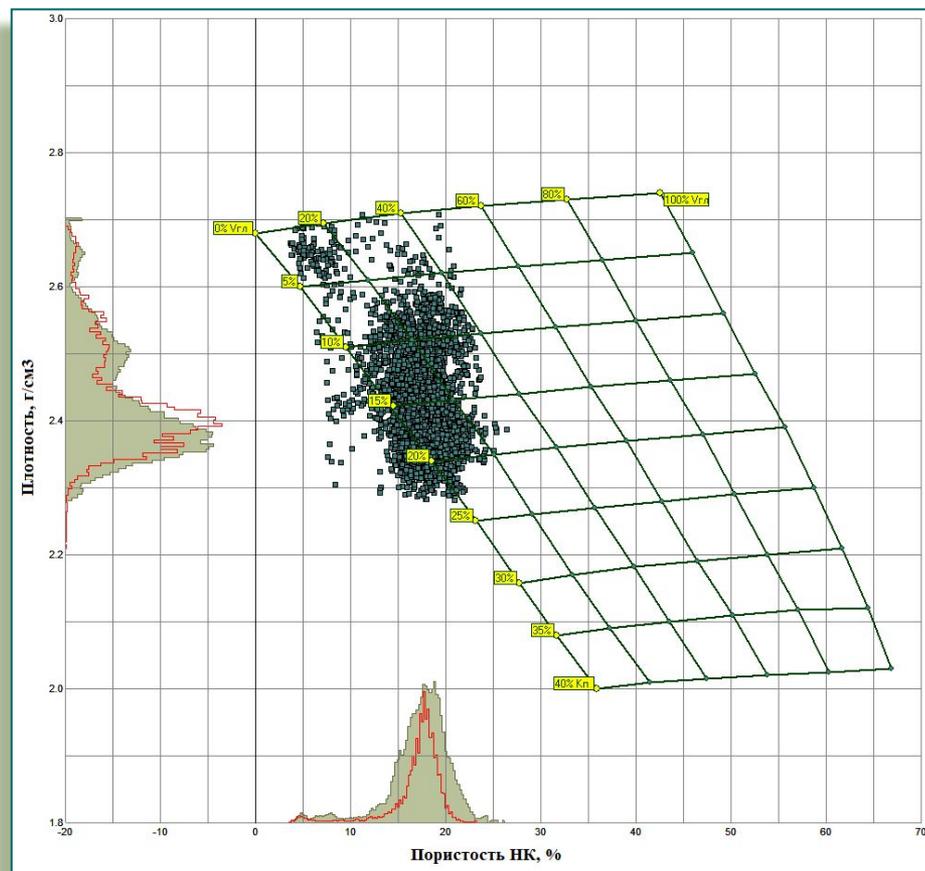
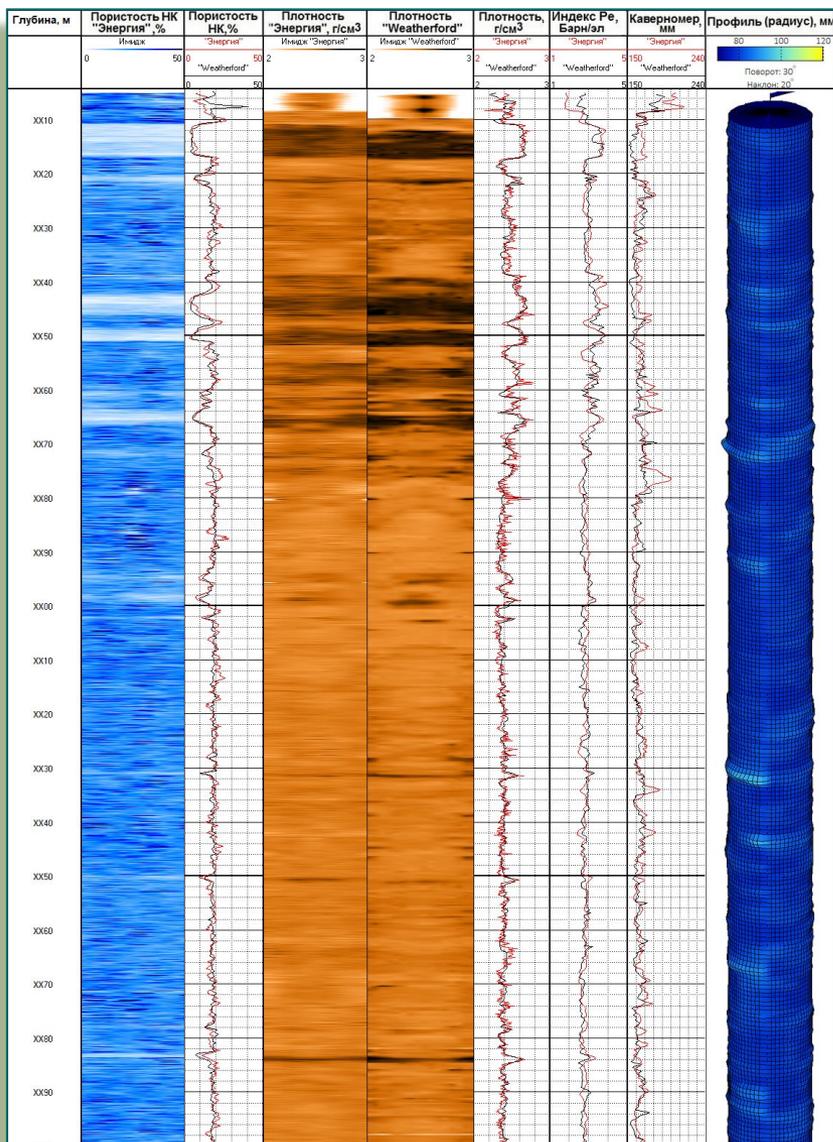


Месторождение Южно-Винтойское, Скважина хх88Г. Сравнение данных, полученных в процессе бурения компанией Weatherford и данных, полученных прибором LWD121-2ННК-ГГКЛП при имитации бурения, спустя 9 суток. Терригенный разрез. На кроссплоте «Пористость-Плотность» красным выведено частотное распределение данных Weatherford. Различие в среднем и медианном значениях двух оценок плотности не превышает 0,01 г/см<sup>3</sup>, пористости – 0,2%. Параметры диаметра завышены на 6-10 мм из-за размыва ствола подошвенной части скважины при выполнении каротажа аппаратурой LWD121-2ННК-ГГКЛП.

# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

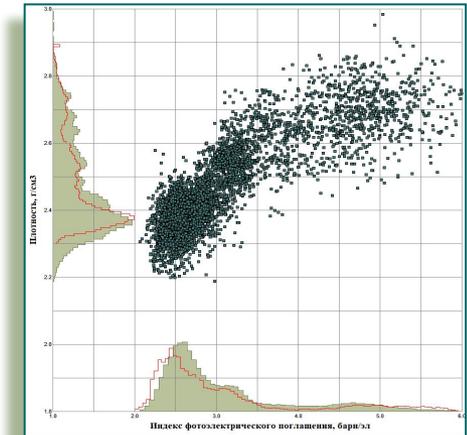
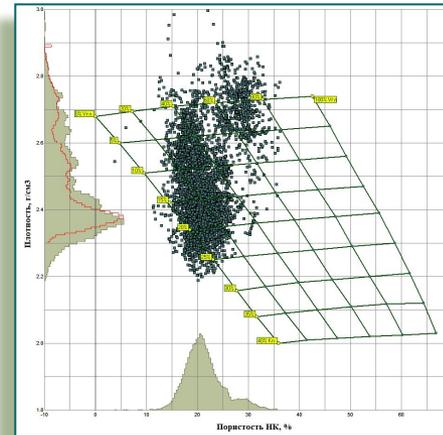
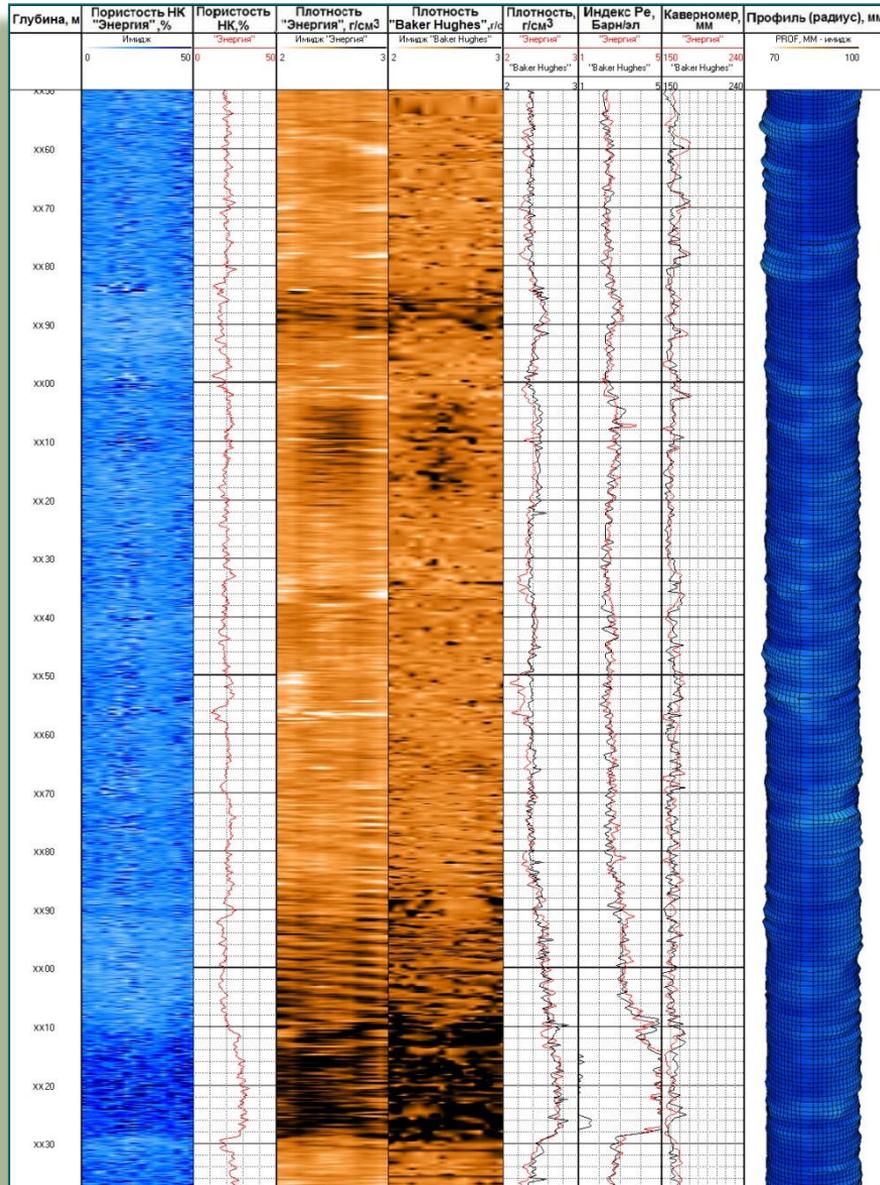


Месторождение Южно-Винтойское. Скважина хх37Г. Сравнение данных, полученных в процессе бурения компанией Weatherford и прибором LWD121-2ННК-ГГКЛП ООО «НПП Энергии» (одновременное бурение). Терригенный разрез. На кроссплоте красным выведено частотное распределение данных «Weatherford». Различие в среднем, модальном и медианном значениях двух оценок плотности не превышает 0,02 г/см<sup>3</sup>, пористости – 0,5%, диаметра скважины – 3 мм, индекса Ре – 0,15 барн/эл.

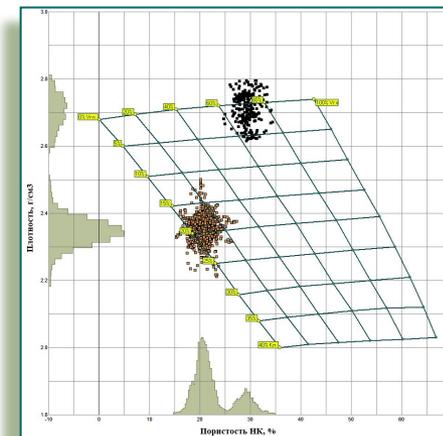
# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ



Месторождение Северо-Покачевское. Скважина хх63Г. Сравнение данных, полученных в процессе бурения компанией Baker Hughes и данных LWD121-2ННК-ГГКЛП. Терригенный разрез. На кроссплотах красным выведено частотное распределение данных «Baker Hughes». Различие в среднем, модальном и медианном значениях двух оценок плотности не превышает 0,02 г/см<sup>3</sup>, индекса Ре – 0,1 барн/эл, диаметра скважины – 5 мм. Пористость НК по данным Baker Hughes систематически занижена на 6%, что подтверждается расположением данных LWD121-2ННК-ГГКЛП на кроссплоте слева.

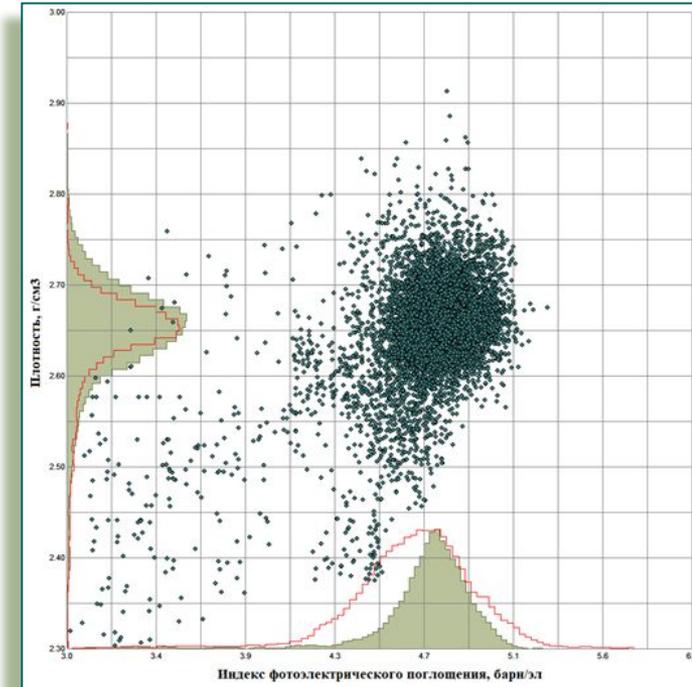
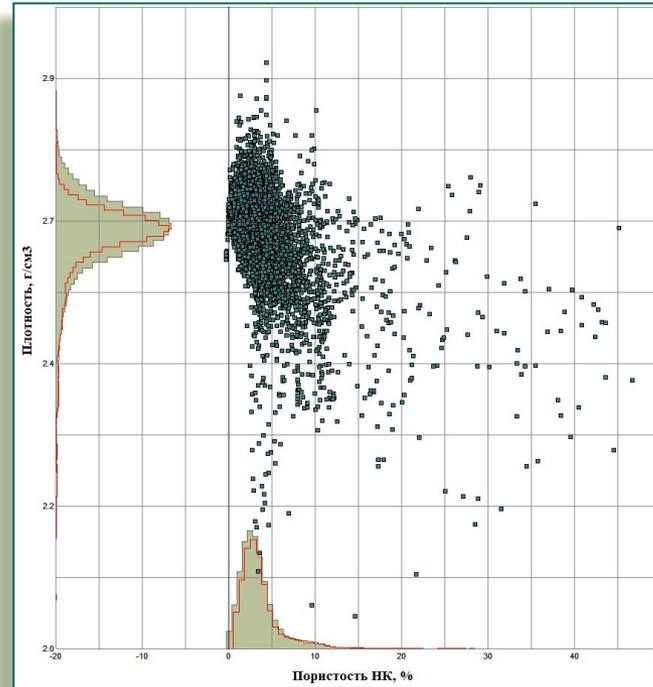
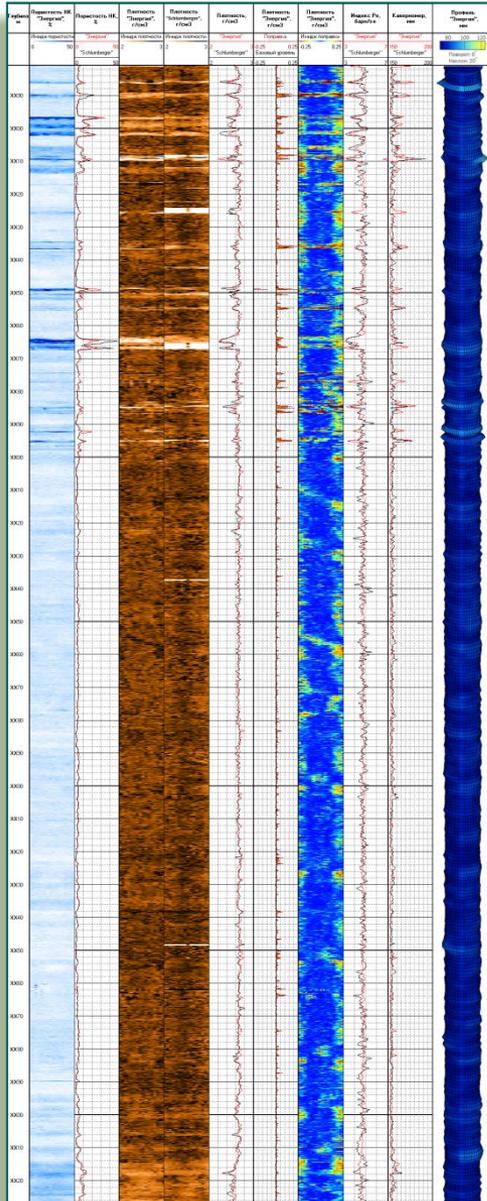


На нижнем кроссплоте рыжими точками выделены коллектора, черными – пласты с высоким содержанием лимонита.

# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ



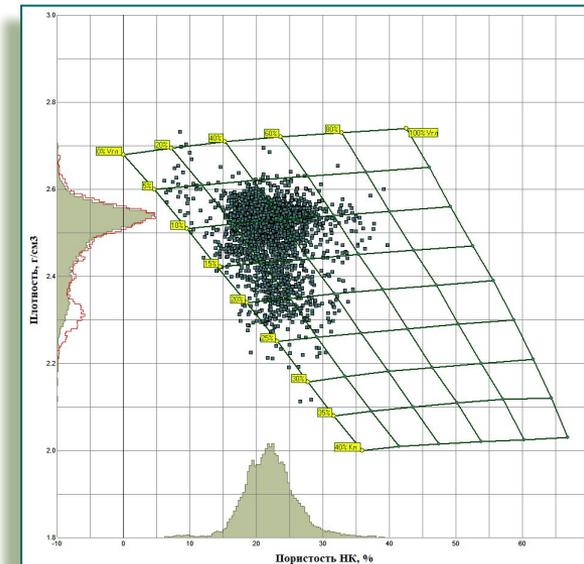
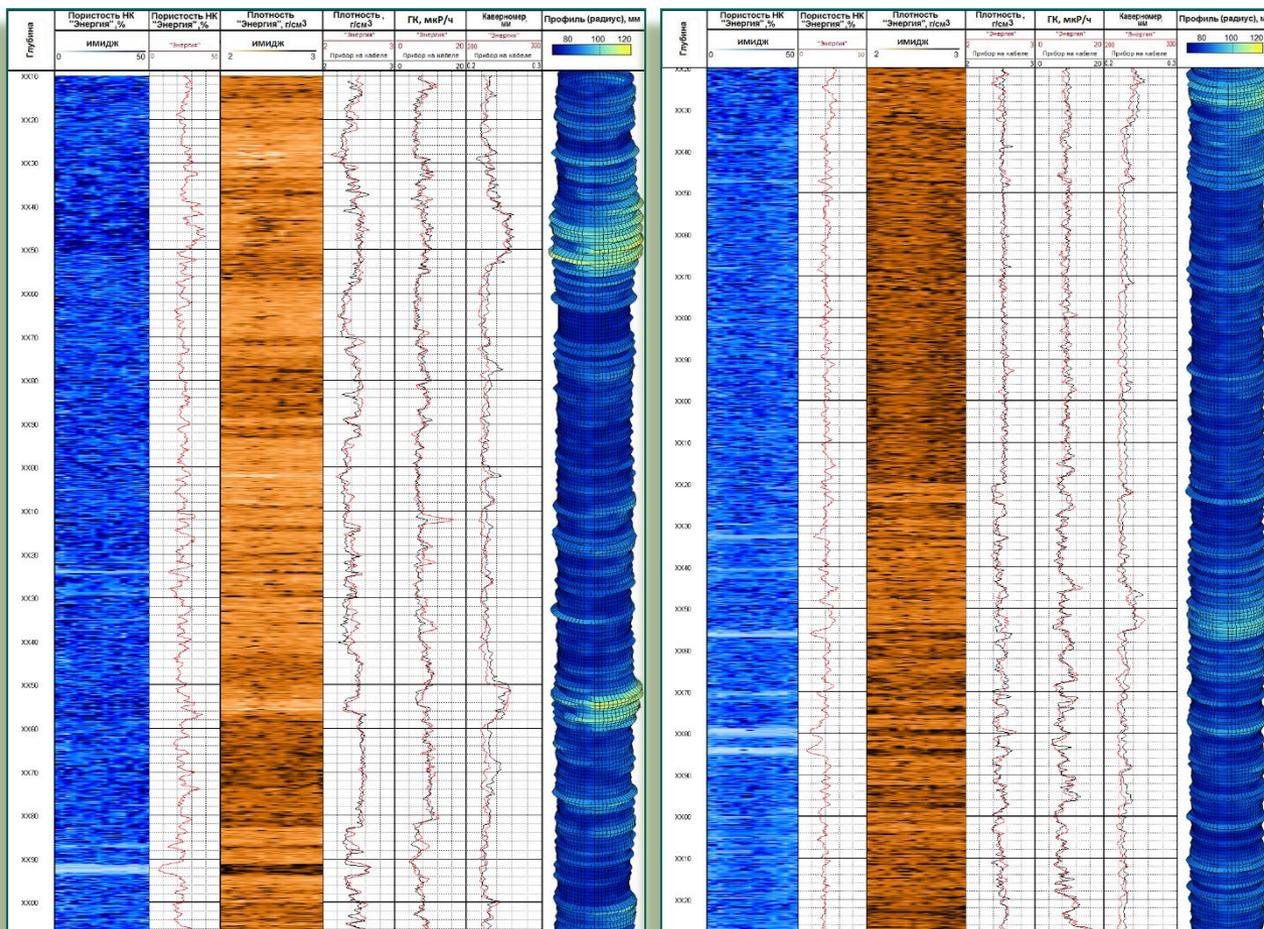
Месторождение Сухаревское. Скважина хх40. Сравнение LWD121-2ННК-ГГКЛП с данными компании «Schlumberger», полученными в процессе бурения в одной струне. **Карбонатный разрез**. На кроссплотах красным выведено частотное распределение данных «Schlumberger». Различие в среднем, модальном и медианном значениях двух оценок плотности не превышает  $0,01 \text{ г/см}^3$ , индекса  $P_e$  –  $0,05 \text{ барн/эл}$ , диаметра скважины –  $2 \text{ мм}$ , пористости НК –  $0,1\%$ .

**100% супервайзинг Schlumberger**

# Скважинные испытания аппаратуры LWD172-2ННК-ГГКЛП-3ГК и ее промышленное использование, наклонный ствол.



ЭНЕРГИЯ



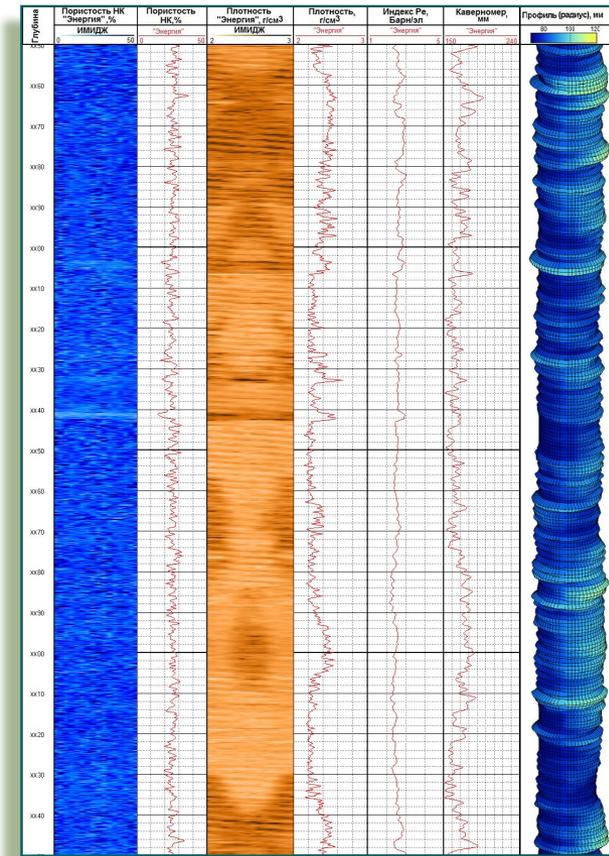
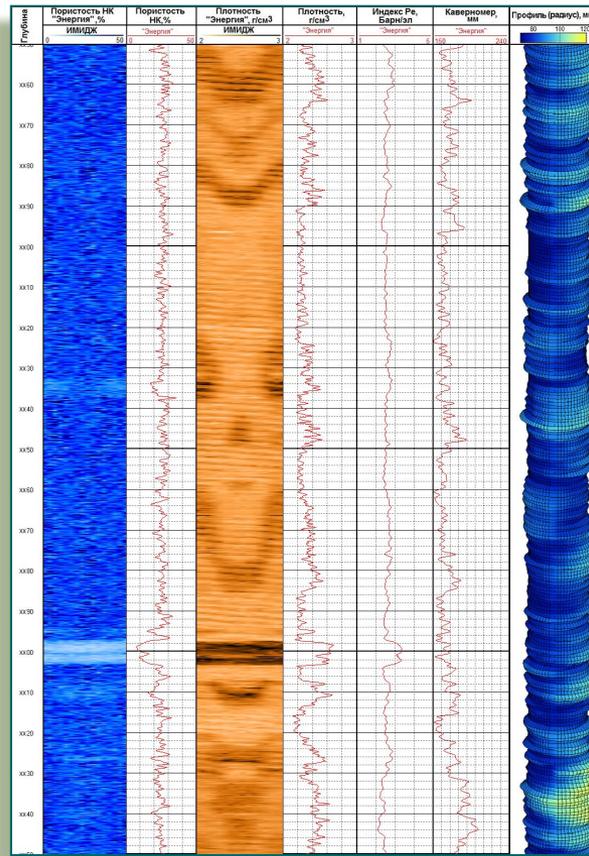
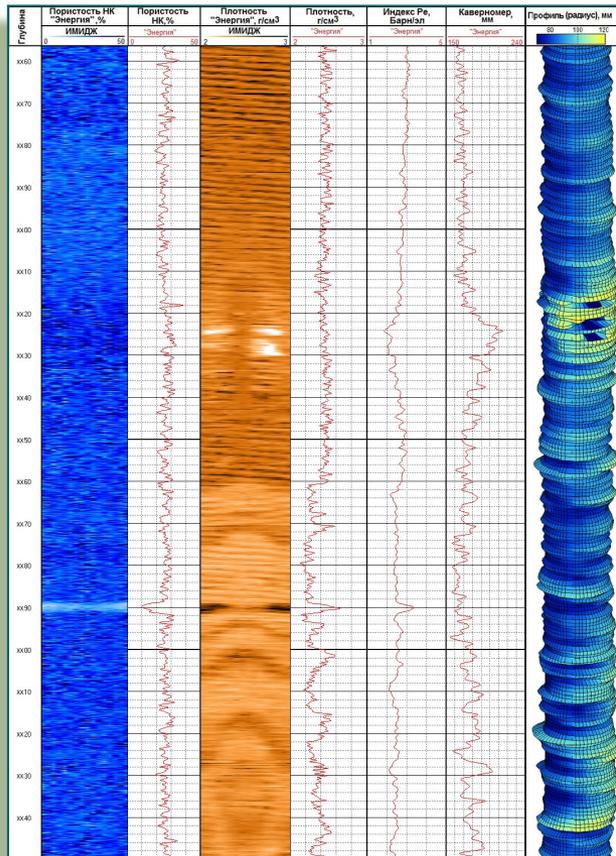
Месторождение Поточное. Скважина xx39Г. Сравнение данных, полученных при проведении, ГИС на кабеле аппаратурой «Каскад». Терригенный разрез. На кроссплоте красным выведено частотное распределение данных «Каскад». Различия в среднем, модальном и медианном значениях двух оценок плотности не превышает  $0,02 \text{ г/см}^3$ , ГК –  $0,3 \text{ мкР/час}$ . По каверномеру наблюдается расхождение на 4 мм, т.к. каверномер по данным аппаратуры «Каскад» систематически завышен на 4 мм относительно диаметра долота.

# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

Разрешение имиджей, получаемых на сегодняшний день, продемонстрировано на примере исследований в скважине хх298 Самотлорского месторождения, представленных ниже. Данное качество соответствует самым высоким требованиям к азимутальному представлению данных при бурении.



Результаты исследований аппаратурой LWD121-2ННК-ГГКЛП «НПП Энергия» на месторождении Самотлорское. Скважина хх298. Терригенный разрез.

# Скважинные испытания аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



**ЭНЕРГИЯ**



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
КОГАЛЫМНЕФТЕГЕОФИЗИКА**

628486, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра АО, Когалым г, Геофизиков ул., дом №4  
телефон: 8 (34667) 4-45-39, факс: 4-45-48

Иск. № 1836  
Дата « 05 » июня 2019 г.

Справка

ОАО «Когалымнефтегеофизика» в 2017-2018 гг проводила опытно-промышленные работы (ОПР) по внедрению прибора азимутального нейтринного и гамма-гамма литоплотного каротажа в процессе бурения LWD121-2ННК-ГТКЛП производства ООО «НПП Энергия».

За указанный период проведено 10 работ с применением аппаратуры LWD121-2ННК-ГТКЛП при исследовании горизонтальных участков скважин диаметром 155,6 мм: 2 в процессе проработки, и 8 в процессе бурения. Общая наработка составила 633,15 ч – бурения, 284,05 ч – проработки, 264,00 ч – циркуляции. В 4 скважинах проводились сопоставительные работы с ведущими зарубежными аналогами: Lithotak Бейкер Хьюз и TNP + AZD Везерфорд. В 6 скважинах проводились сравнительные исследования автономным комплексом на буровом инструменте после бурения производства ООО «Нефтегазгеофизика», ООО ННП «Геофизика» и ООО «НПП Энергия». Отмечается хорошая корреляция данных.

По результатам проведенных ОПР компания «Когалымнефтегеофизика» была допущена к тендерной процедуре ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» и признана победителем одного из лота на оказание услуг по техническому, технологическому и геофизическому сопровождению наклонно-направленного бурения горизонтальных скважин в 2019-2021 гг. В рамках данного договора в 2019 г пробурено 2 скважины.

В настоящее время ОАО «Когалымнефтегеофизика» имеет в эксплуатации 6 приборов LWD121-2ННК-ГТКЛП.

ОАО «Когалымнефтегеофизика» в 2018-2019 гг проводит ОПР по внедрению прибора азимутального нейтринного, гамма и гамма-гамма литоплотного каротажа в процессе бурения LWD172-2ННК-ГТКЛП производства ООО «НПП Энергия».

В настоящий момент пробурено 8 наклонно-направленных скважин диаметром 216-220,7 мм с применением аппаратуры LWD172-2ННК-ГТКЛП-ЭГК. После проведения бурения проводены ГИС с доставкой на кабеле или буровом инструменте приборами производства ООО «Нефтегазгеофизика», ООО ННП «Геофизика» и ООО «НПП Энергия». Отмечается хорошая сопоставимость данных. Стоит отметить, лучшее качество данных в процессе бурения, что связано с последующим образованием каверн в результате ступко-подъемных операций.

Получен положительный отзыв от компании «Салым Петролеум Девелопмент НВ». В настоящее время ОАО «Когалымнефтегеофизика» имеет в эксплуатации 2 прибора LWD172-2ННК-ГТКЛП-ЭГК.

Генеральный директор

Е.Г. Кузнецов



Салым Петролеум Сервисес О.Б.  
ОФИЦИАЛ В Г. МОСКВЕ  
www.salypetroleum.ru  
e-mail: info@salypetroleum.ru

123242, Российская Федерация  
г. Москва, Новинский б-р, д. 31, 6-й этаж  
Тел.: +7 (495) 518 9720  
Факс: +7 (495) 518 9722

Сентябрь 13, 2018  
Иск. № SPSM-18-000221  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Генеральному директору  
ОАО «Когалымнефтегеофизика»  
Кузнецову Евгению Георгиевичу

## ОТЗЫВ

### Об успешном проведении каротажа во время бурения на скважине 55336 Ваделъского месторождения

Салымский проект – это комплекс работ по доработке и разработке Салымской группы месторождений, расположенной в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области (в 120 км к юго-западу от Сургуля). Салымская группа нефтяных месторождений включает Западно-Салымское, Верхне-Салымское и Ваделъское месторождения. Лицензиями на разработку всех трех месторождений владеет компания Салым Петролеум Девелопмент Н.В. Извлекаемые запасы нефти категории С1+С2 по Салымской группе месторождений, утвержденные Государственной комиссией по запасам Российской Федерации, составляют 152,6 млн. тонн. Предполагается, что срок реализации Салымского проекта составит примерно 30 лет.

Практически с самого начала существования Салымского проекта геофизические исследования в открытом стволе выполняются компанией ОАО «Когалымнефтегеофизика». За это время был проделан огромный объем работ и продемонстрированы впечатляющие результаты от проведения расширения комплекса ГИС за пять спускоподъемных операций до разработки прибора СуперКОМБО и выполнения исследований за одну спускоподъемную операцию. Дальнейшие успехи были связаны с проведением каротажа на трубах прибором МемориКомбо в скважинах с большим отходом от вертикали, где невозможно провести геофизические работы на кабеле. Также стоит отметить разработку модуля аппаратуры кабельной связи (МАКС), позволяющего доставлять геофизические приборы в скважину на бурительных трубах и получать информацию из скважины в режиме реального времени.

В августе 2018 года на Ваделъском месторождении компанией «Когалымнефтегеофизика» был успешно проведен комплекс геофизических исследований телесистемой «КНГФ-172», включающий методы УЗС (прибор WPS), ГК, НК, ГТКЛП (прибор LWD-ГТКЛП-КНГФ-172). Для контроля качества в той же скважине был прописан стандартный комплекс СуперКОМБО. Каротаж на кабеле подтвердил корректность данных, полученных во время проработки. Во время выполнения работ сотрудниками КНГФ были продемонстрированы высокий профессионализм и приверженность политиком безопасности компании СПД. Дальнейшее использование этой технологии позволит существенно ускорить процесс ввода скважины в эксплуатацию и сократить время буровой, затраченного на выполнение геофизических исследований.

С уважением,  
Генеральный директор

Майкл Коллинз

SPSM-18-000221

**БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА** **БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА**  
АКЦИОНЕРЗАР ИЯМФИЯТЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

13, ул. Ленина, г. Уфа, 450077, Республика Башкортостан, Российская Федерация  
Тел.: (347) 272-60-24, факс: (347) 276-76-60 E-mail: secretary@bngf.ru  
ИНН 0275009544 КПП 027501001  
<http://www.bngf.ru>

№ 230/4839 от 5 июня 2019 г.  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Для предоставления в ГКЗ

АО «Башнефтегеофизика» в настоящий момент имеет в собственности 5 приборов 2ННК-ГТКЛП-LWD в диаметре 121 мм производства ООО «НПП Энергия». С начала 2019 года и по настоящее время в Западной Сибири и в Волго-Уральском регионе было пробурено 9 горизонтальных секций с прибором 2ННК-ГТКЛП-LWD, где средняя протяженность каждой секции порядка 600 метров. В одной скважине были проведены сравнительные замеры со стандартными геофизическими методами автономным комплексом на буровых трубах. Во всех скважинах качество полученного скважинного материала соответствует геологическим условиям месторождения.

До конца 2019 года АО «Башнефтегеофизика» планирует приобрести еще 12 приборов 2ННК-ГТКЛП-LWD в диаметре 121 мм.

2ННК-ГТКЛП-LWD в диаметре 121 мм – это коммерческое название прибора LWD121-2ННК-ГТКЛП в договорах между ООО «НПП Энергия» и АО «Башнефтегеофизика».

Руководитель Департамента наклонно  
направленного и горизонтального бурения

М.М. Акбашев

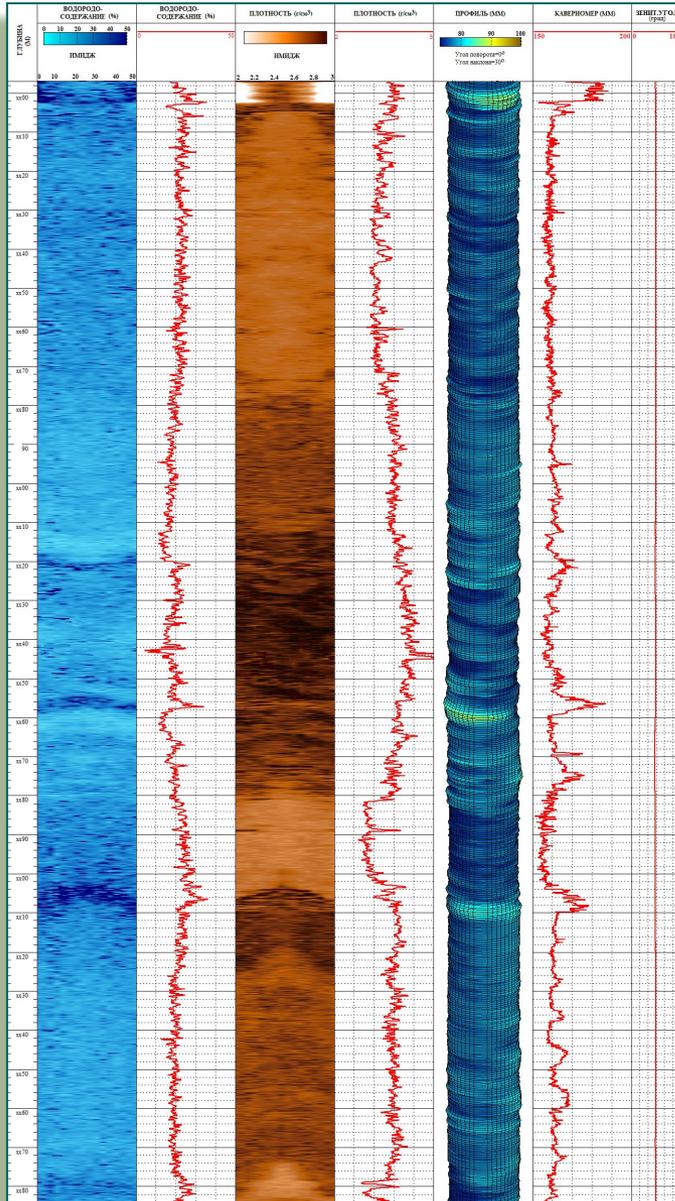
Иск. Агапитов А.Е.  
Тел. +7-987-601-38-55

## Отзывы об аппаратуре LWDXXX-2ННК-ГГКЛП

# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



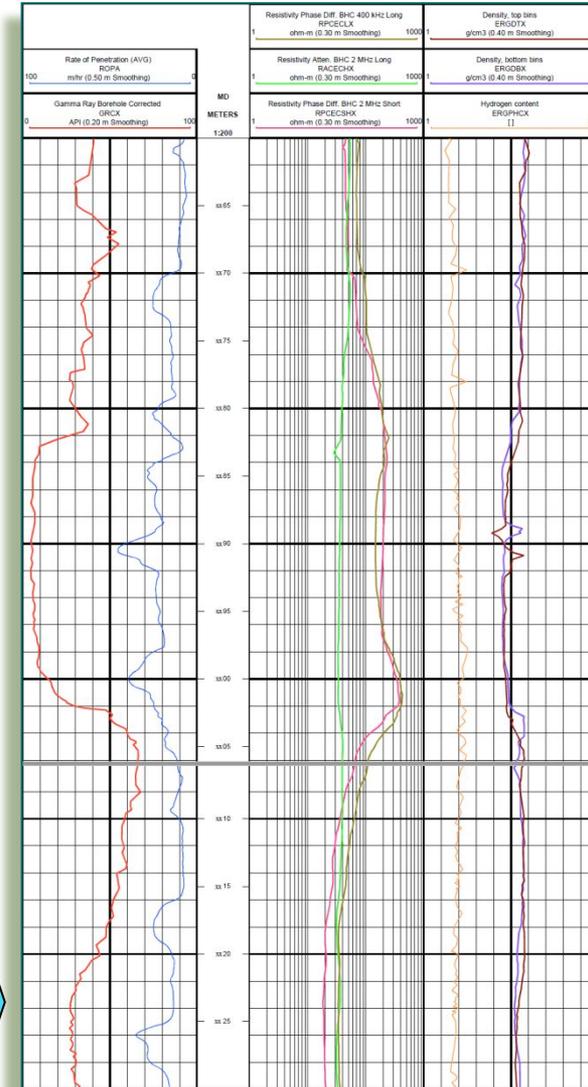
ЭНЕРГИЯ



Каротаж в процессе бурения.  
Прибор LWD121-2ННК-ГГКЛП  
интегрирован в струну  
компании APS.  
В реальном масштабе  
времени получены:  
«плотность сверху»,  
«плотность снизу»,  
водородосодержание.

← Данные,  
получаемые из памяти  
прибора после бурения

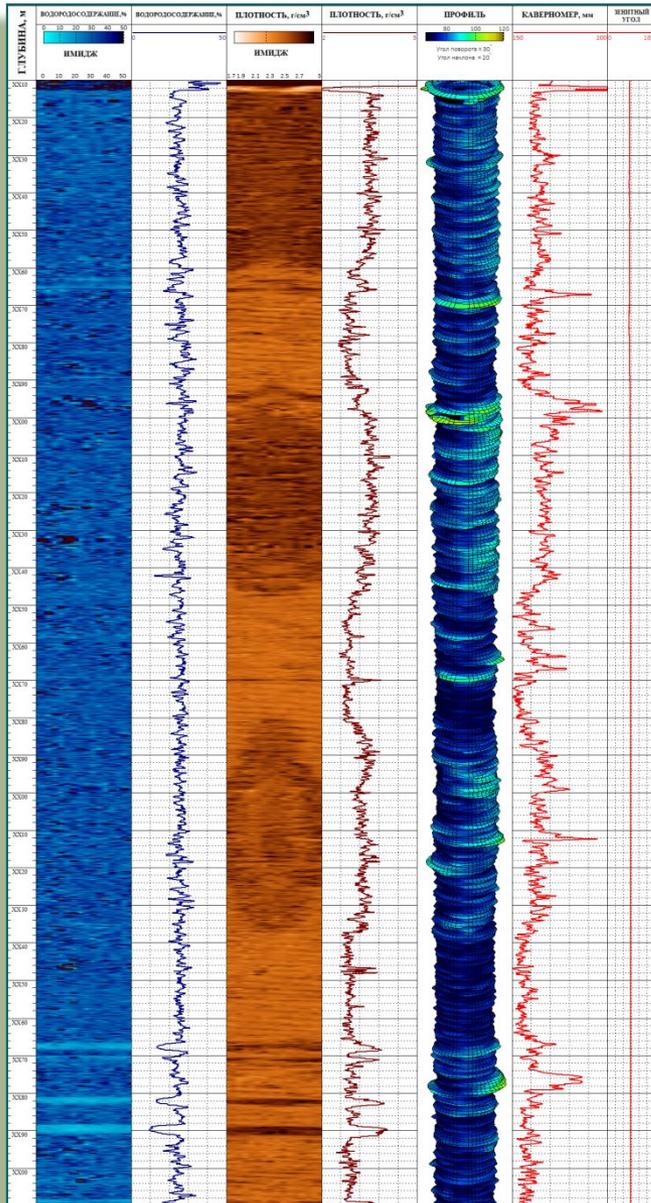
Данные,  
получаемые в  
масштабе реального  
времени →



# Скважинные испытания аппаратуры LWD121-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



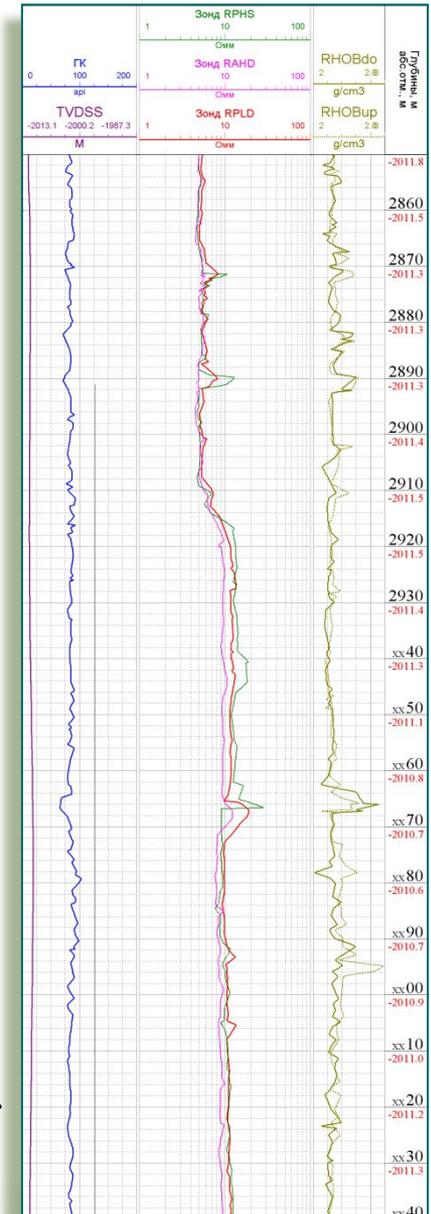
ЭНЕРГИЯ



Каротаж в процессе бурения.  
Прибор LWD121-2ННК-ГГКЛП  
интегрирован в струну компании APS.  
В реальном масштабе времени  
получены:  
«плотность сверху»,  
«плотность снизу»,  
водородосодержание.  
Исследование проводилось с  
источником Cs-137 мощностью  
71 мг. экв. Ra.

← Данные,  
получаемые из памяти  
прибора после бурения

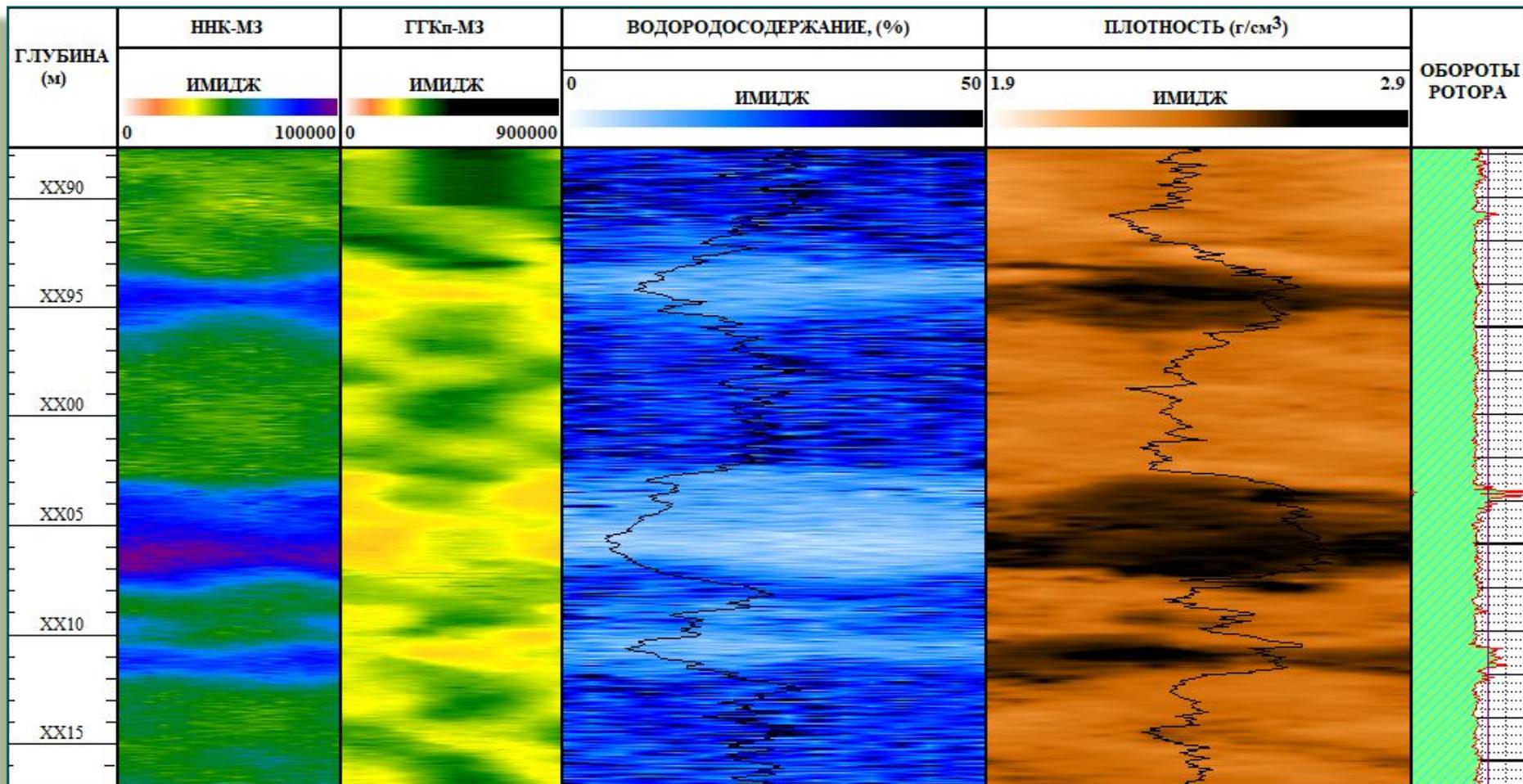
Данные,  
получаемые в  
масштабе реального  
времени →



# Скважинные испытания аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

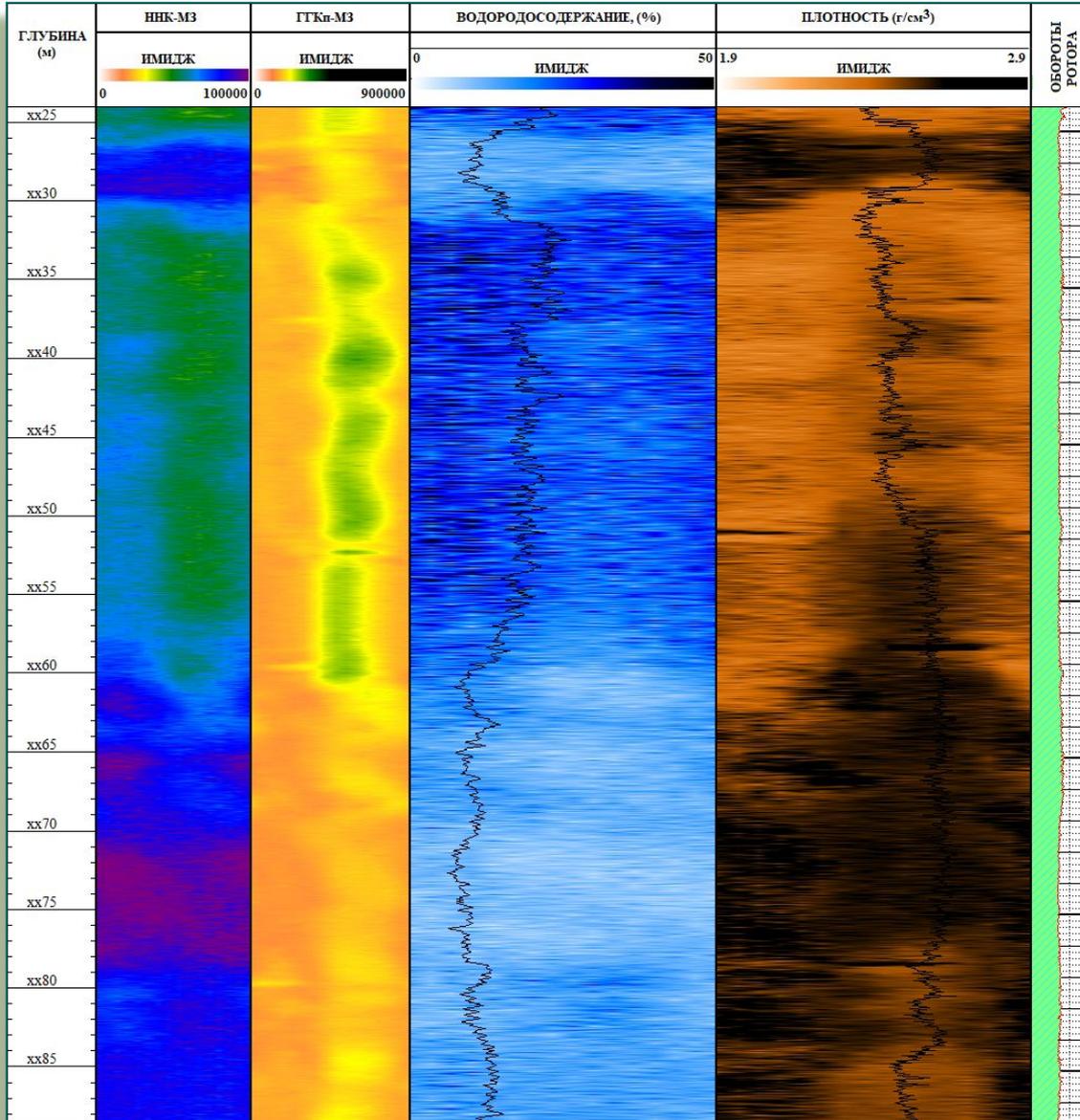


Картаж в процессе бурения. Во всех модификациях приборов LWDXXX-2ННК-ГГКЛП возможно создание имиджа водородосодержания. Зачастую по информативности мало чем уступает имиджу плотности.

# Скважинные испытания аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ

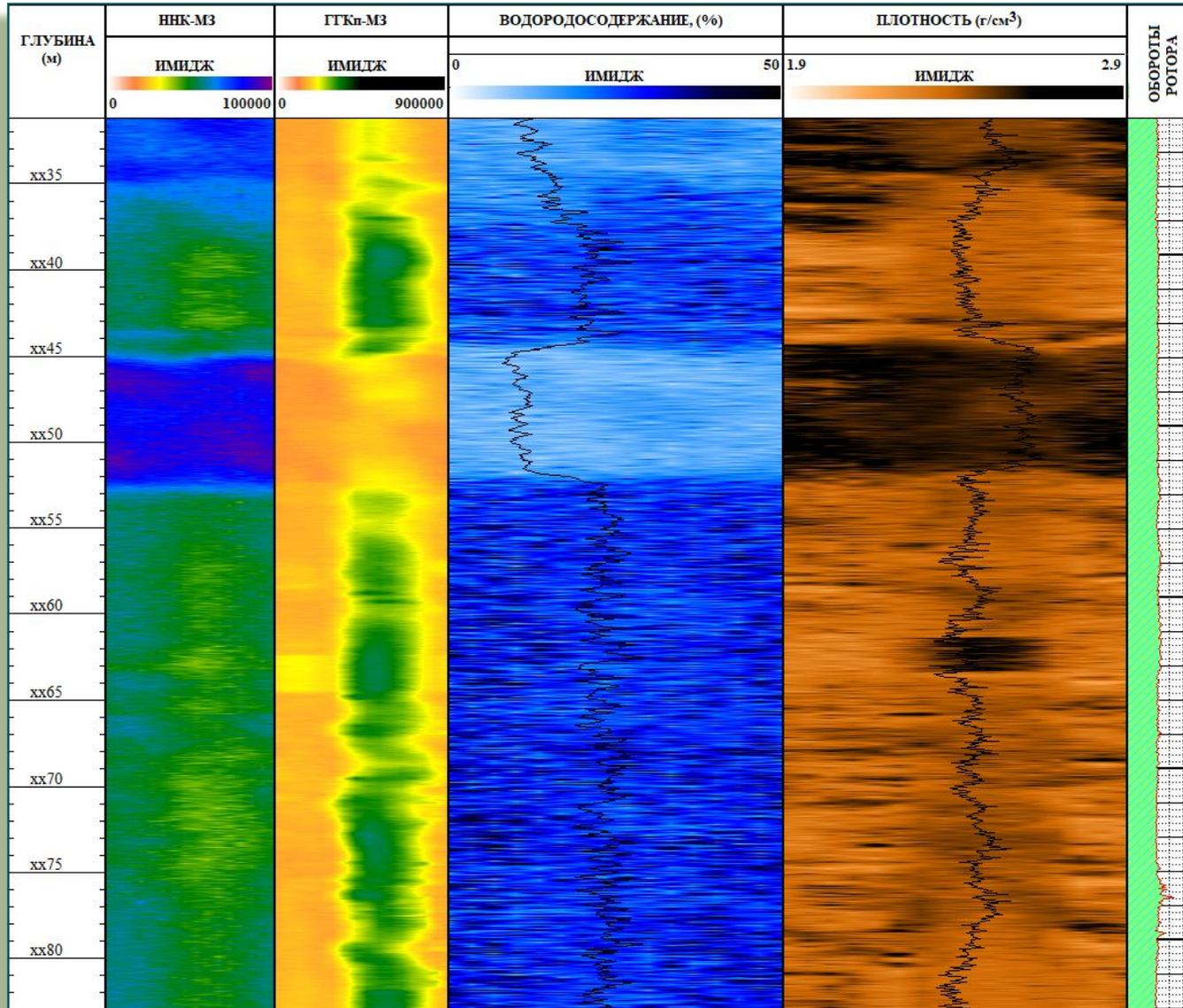


Каротаж в процессе бурения.  
LWD121-2ННК-ГГКЛП.  
Просто красиво!

# Скважинные испытания аппаратуры LWDxxx-2ННК-ГГКЛП и ее промышленное использование, горизонтальный ствол.



ЭНЕРГИЯ



Каротаж в процессе бурения.  
LWD121-2ННК-ГГКЛП.  
Просто красиво!



**ЭНЕРГИЯ**

**Расширение  
производства!**

**Приглашаем  
на  
новоселье!**





**Благодарим всех, кто оказал содействие в разработке, испытании и внедрении данной технологии:**

**ОАО «Когалымнефтегеофизика»**



**ООО «АЗИМУТ ИТС»**



**ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»**



**ООО «ГЕРС Инжиниринг»**



**Компания «AXEL»**



**Компания APS Technology, США**



**АО «Башнефтегеофизика»**

