



Технология исследований
полноразмерного керна
с помощью
мобильной установки
ЯМР-Керн



ООО «ТНГ-ГРУПП»

Назначение

Неразрушающий, оперативный экспресс-анализ полноразмерных кернов на основе данных ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Решаемые задачи

- Оперативное получение непрерывных ФЕС в интервале выноса керна с детализацией 2см ДО проведения каротажа;
- Возможность коррекции петрофизических алгоритмов для обработки комплекса ГИС для слабоизученных отложений;
- Оперативная оценка ФЕС и характера насыщенности изолированного керна перед опробованием пластов;
- Петрофизическая настройка алгоритма определения вязкости нефти для месторождений СВН и ВВН;
- Уточнение данных ЯМК.

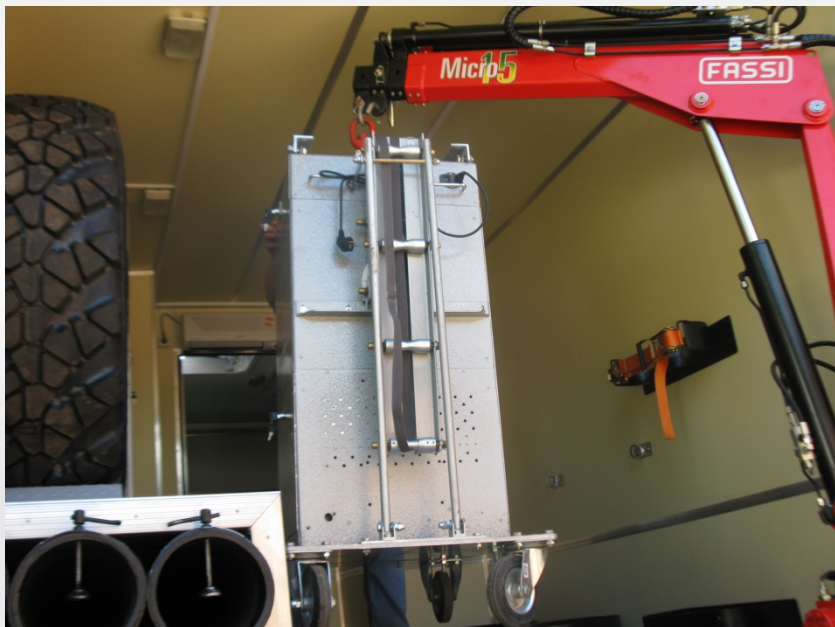




Исследование в кернохранилище

Исследование на скважине





Погрузка/выгрузка с помощью манипулятора



Исследования в лабораторном отсеке спецтранспорта

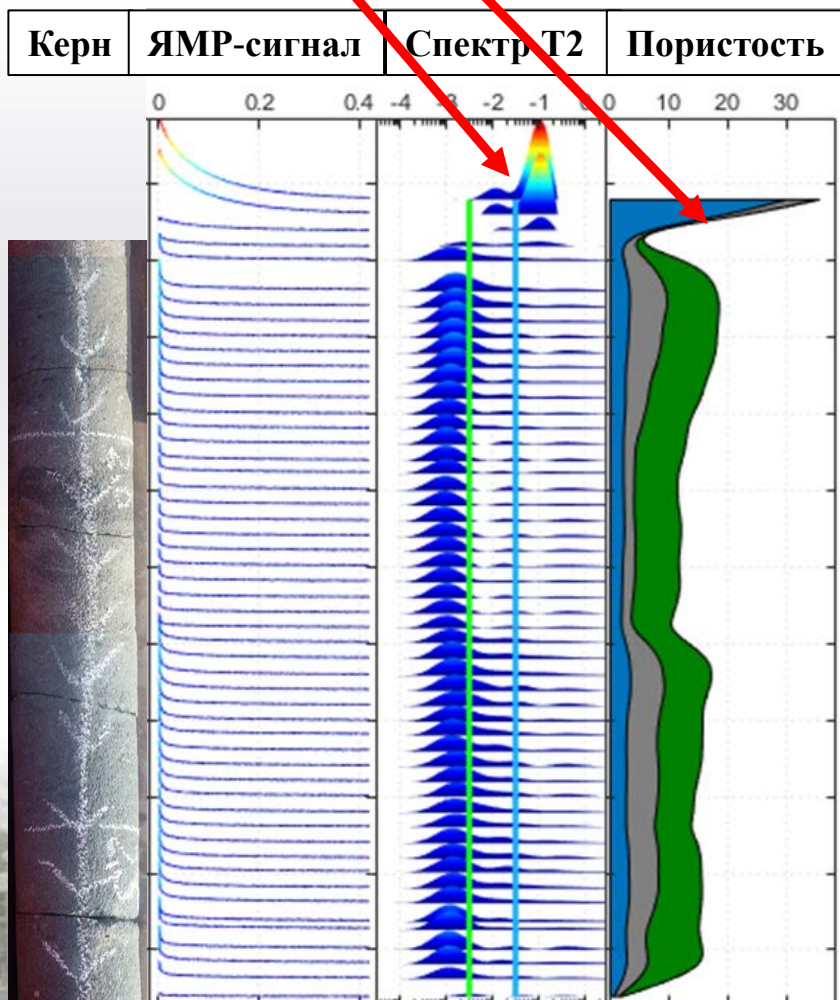


**Автоматизированная
подача
керн**

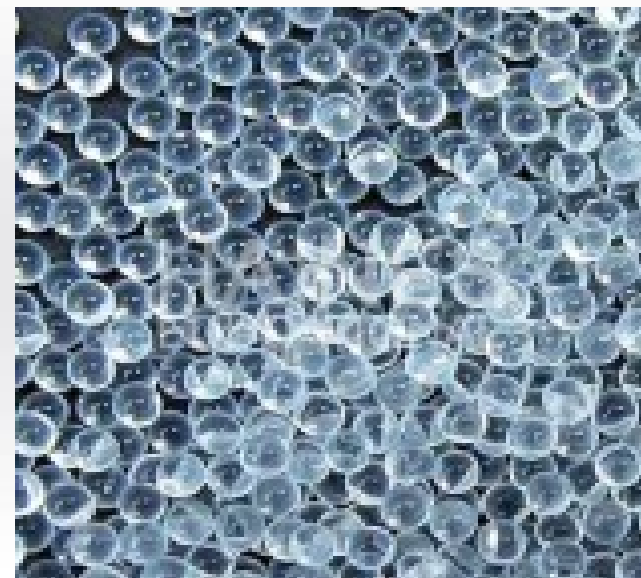


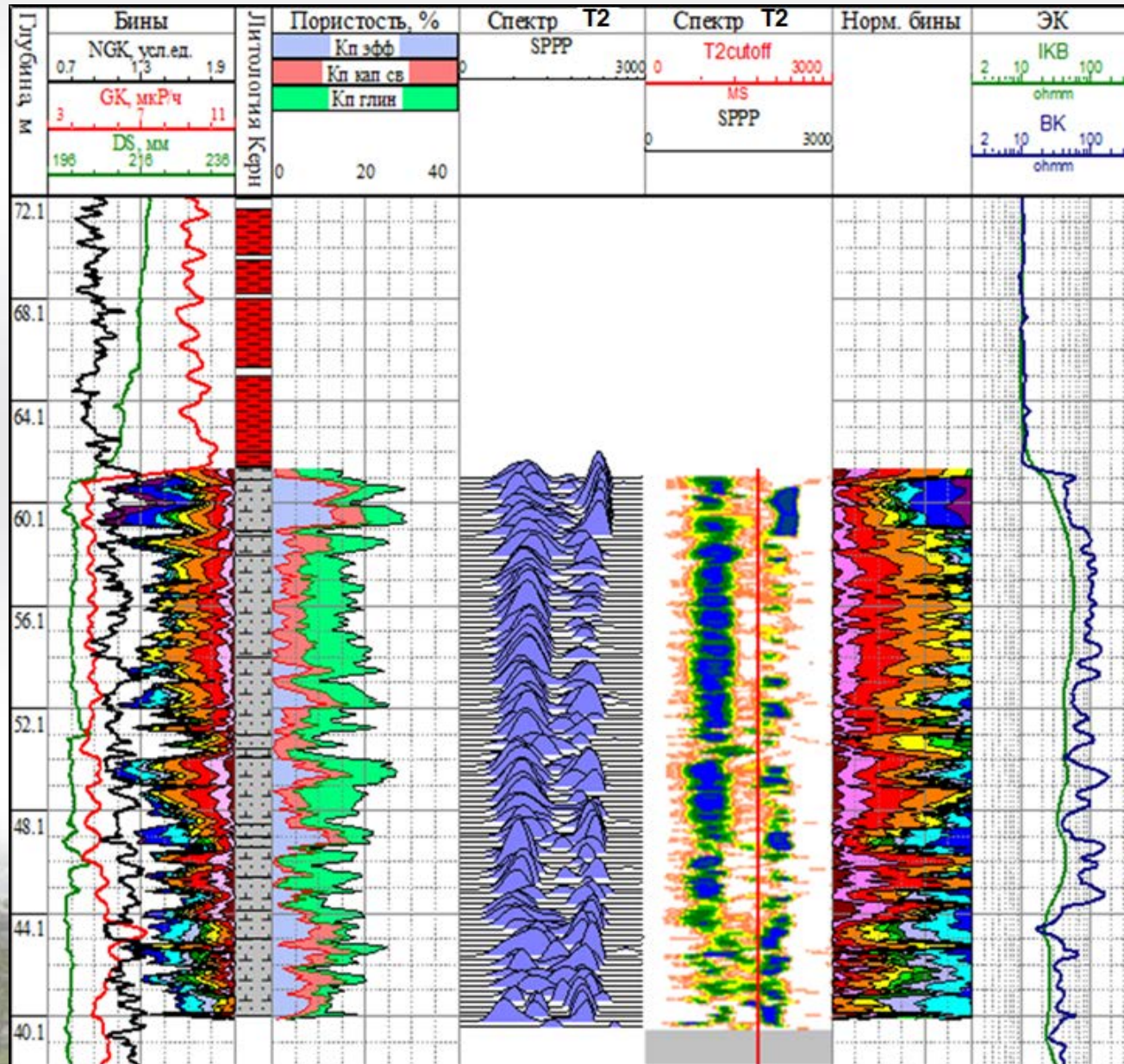
Пример окна регистрации 1м керна

Эталонный образец



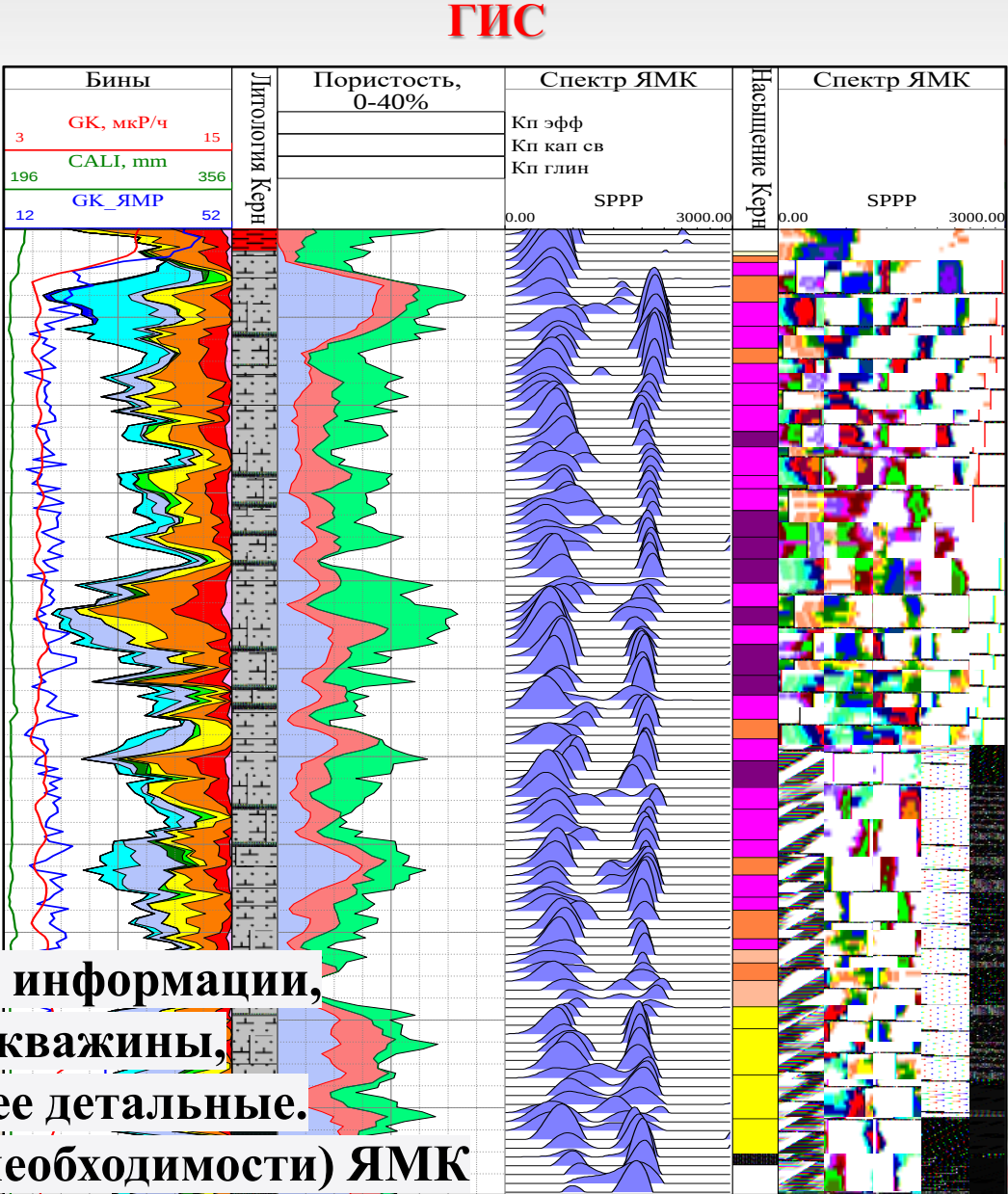
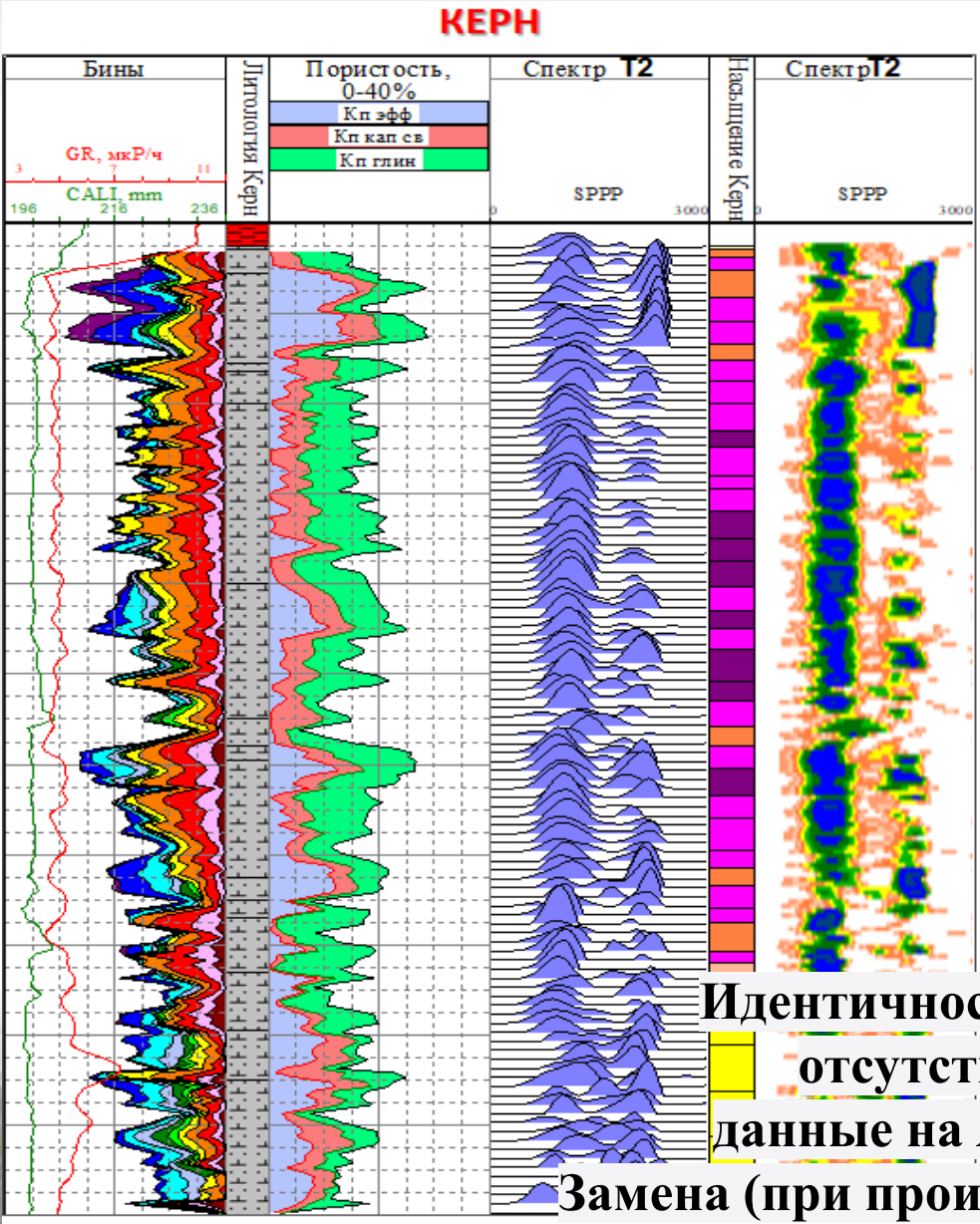
Настройка и калибровка каждого метра керна выполняется с помощью эталонного образца со стеклошариками с водородосодержащей жидкостью.





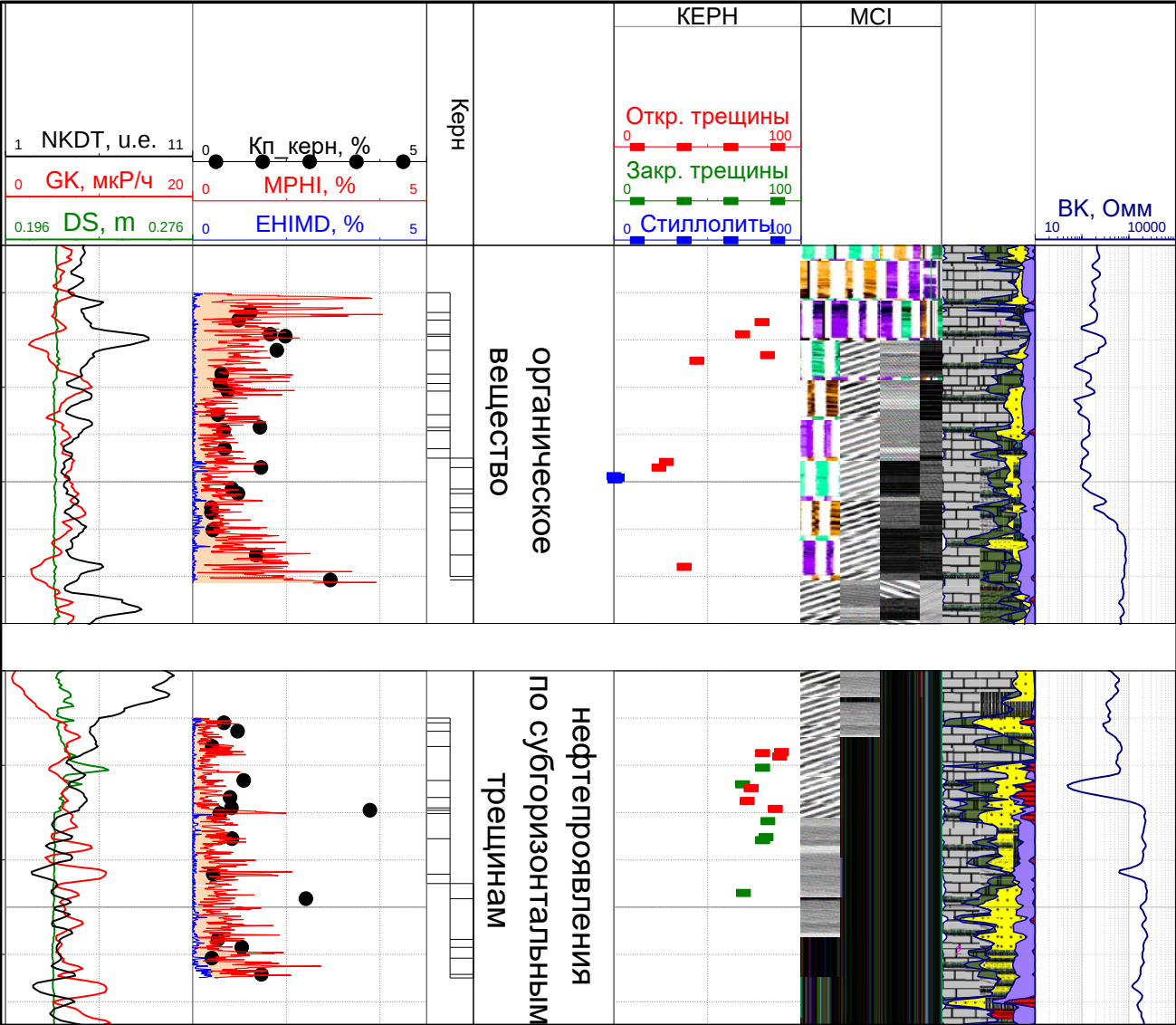
Общий вид планшета и бинарное распределение пористости (количество и временной диапазон бинов) могут быть изменены в зависимости от решаемых задач и свойств пород.



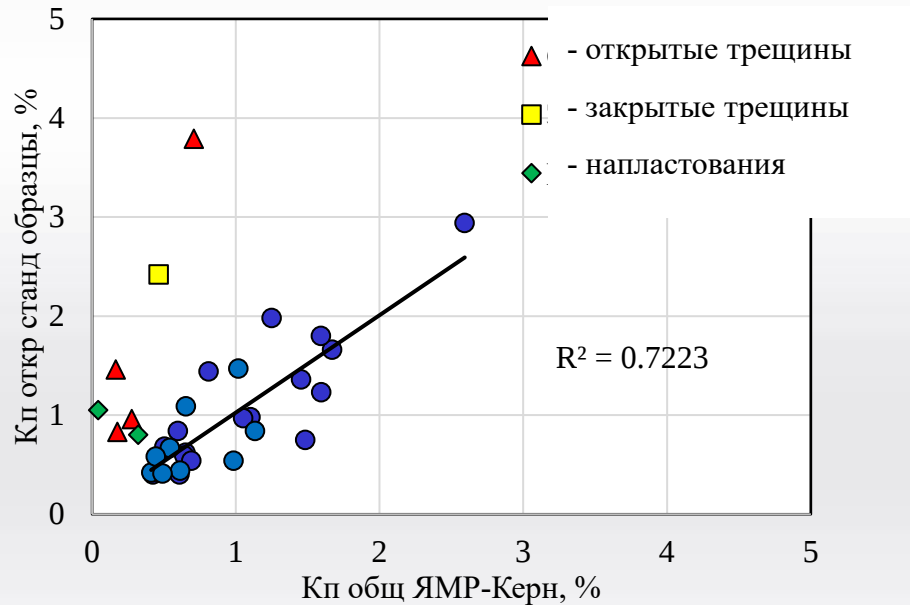


Идентичность получаемой информации,
отсутствие задержки скважины,
данные на ЯМР-Керн более детальные.

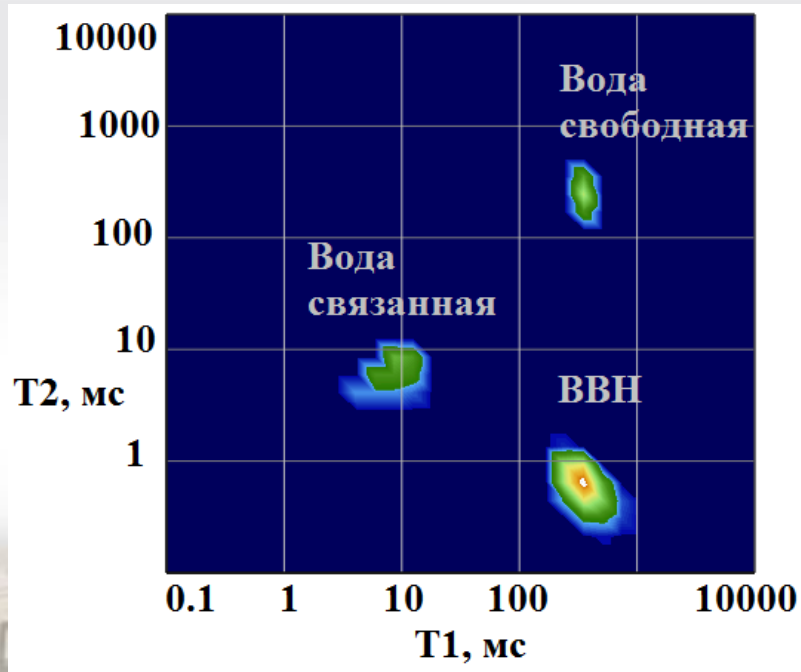
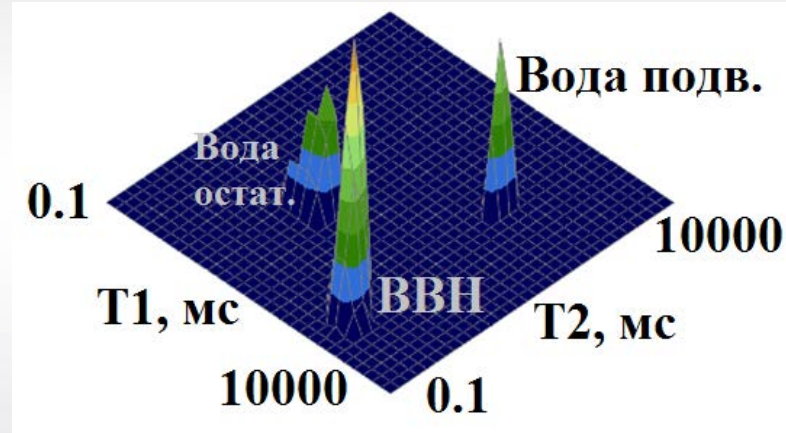
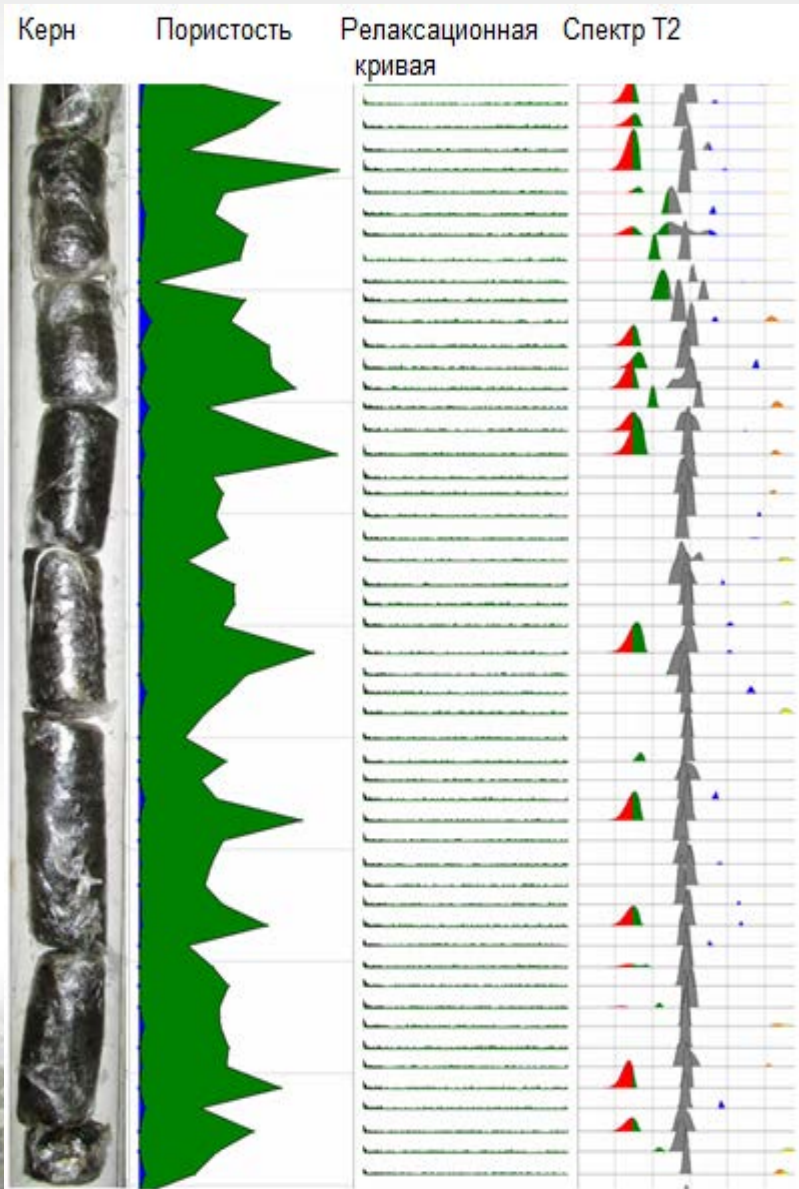
Замена (при производственной необходимости) ЯМК



Результаты ЯМР-исследования
полноразмерного керна

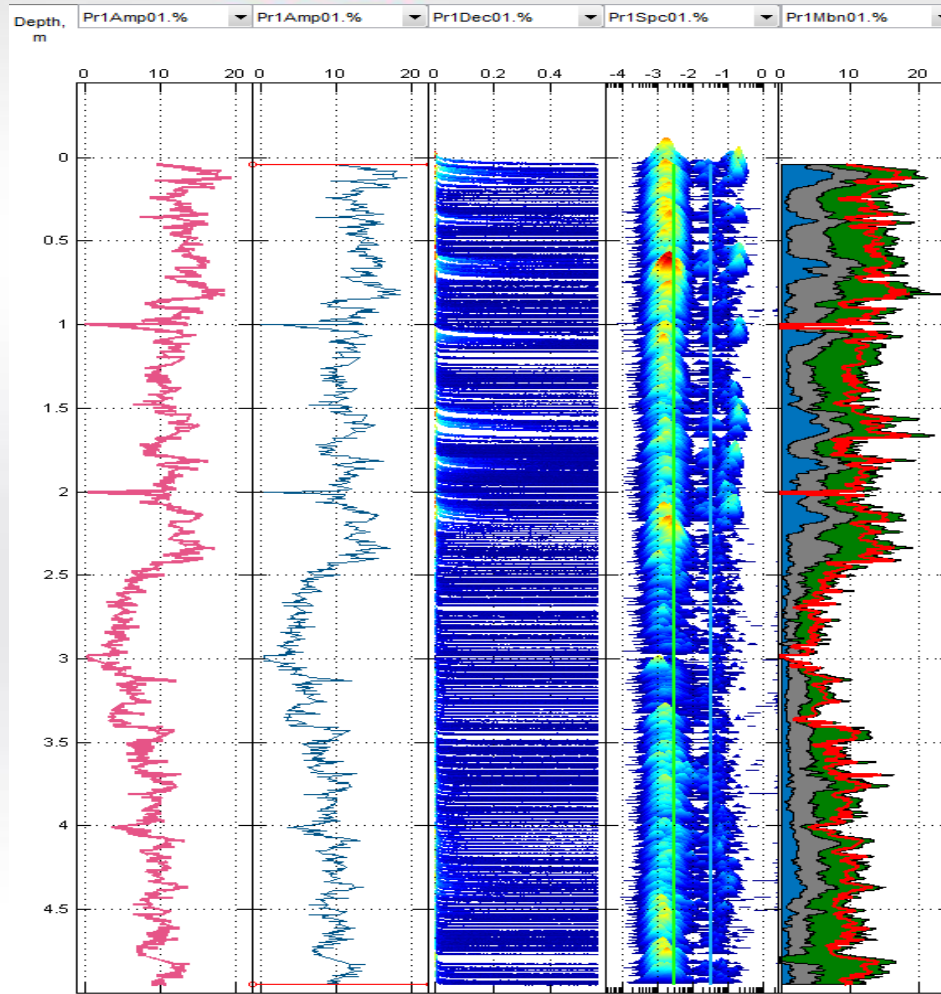


Сопоставление емкостных характеристик
по данным ЯМР-исследований
и лабораторного анализа стандартных
образцов.



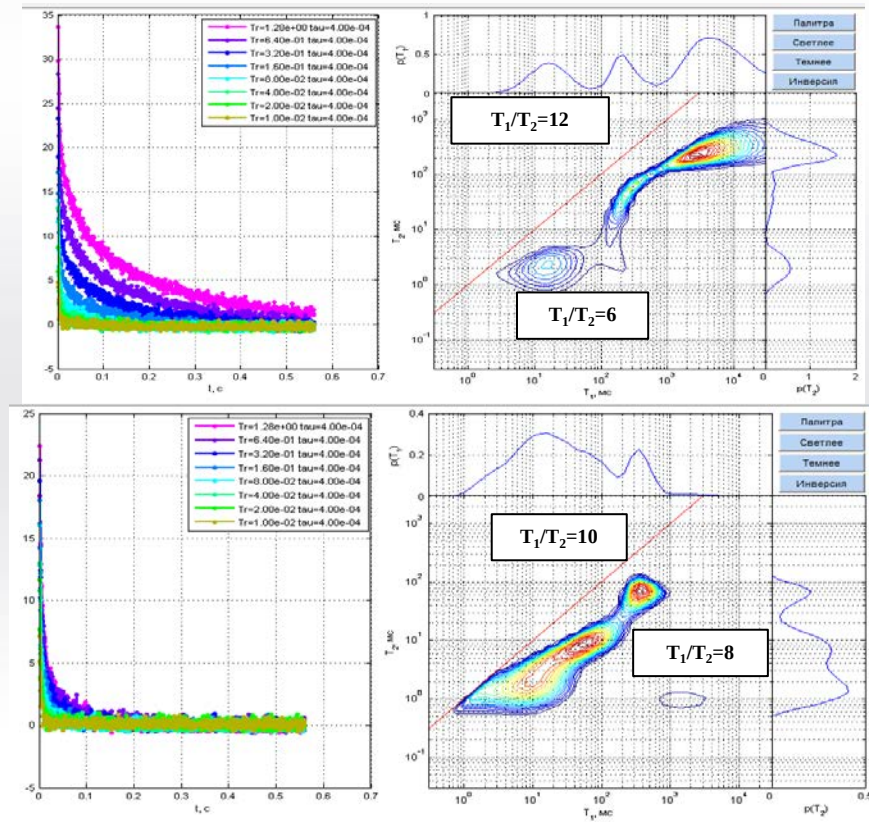
Характерное пятно в нижнем правом углу на двухмерном графике T1/T2 соответствует высоковязкой нефти в образце, сигналы от воды (свободной и связанной) расположены на диагонали T1=T2 .





1. Фоновый замер в режиме определения ФЕС

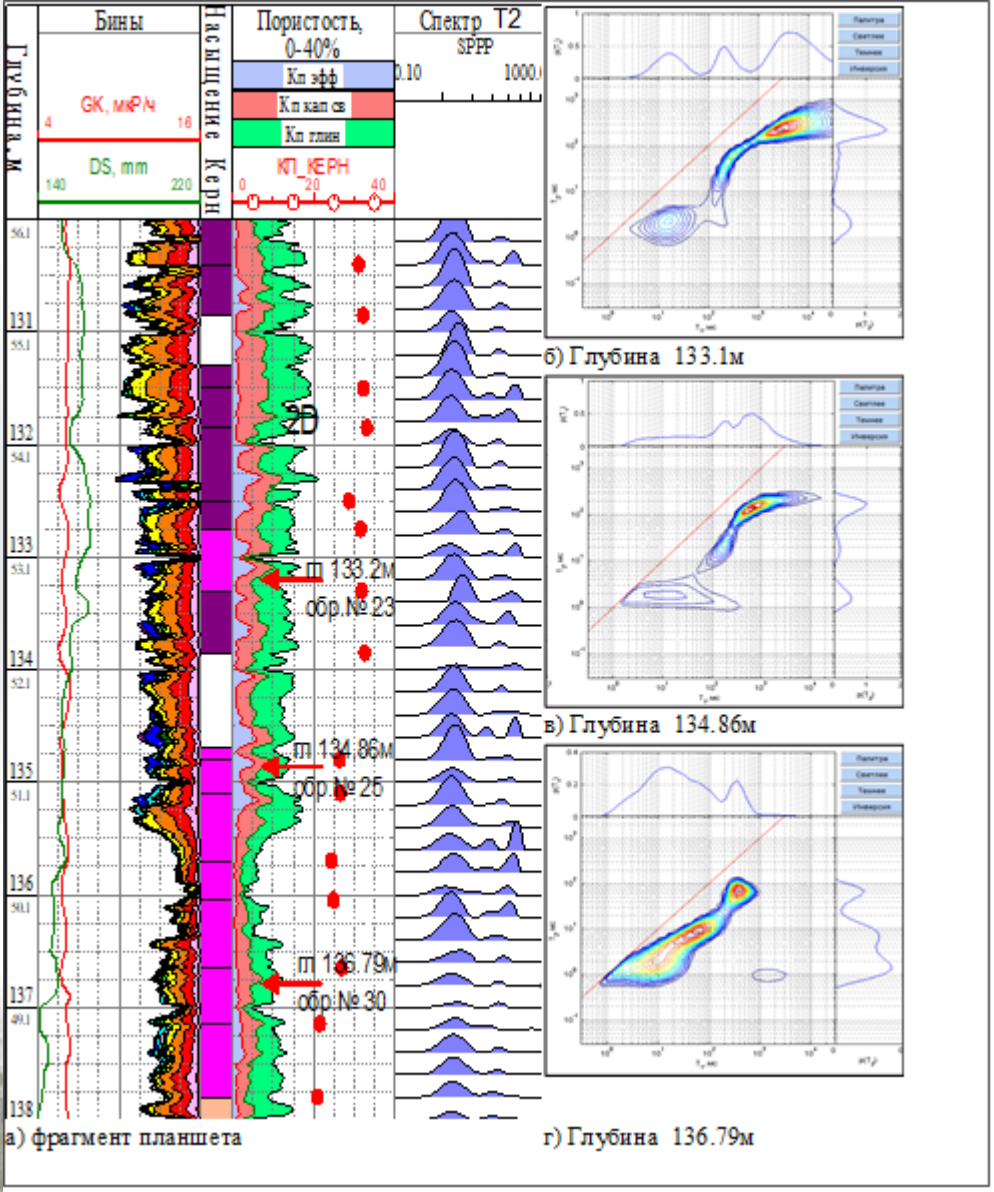
2. Выбор точек для замера в режиме 2D



3. Замер в режиме 2D



Двумерное распределение времен релаксации T1-T2 и предпосылки определения вязкости нефти

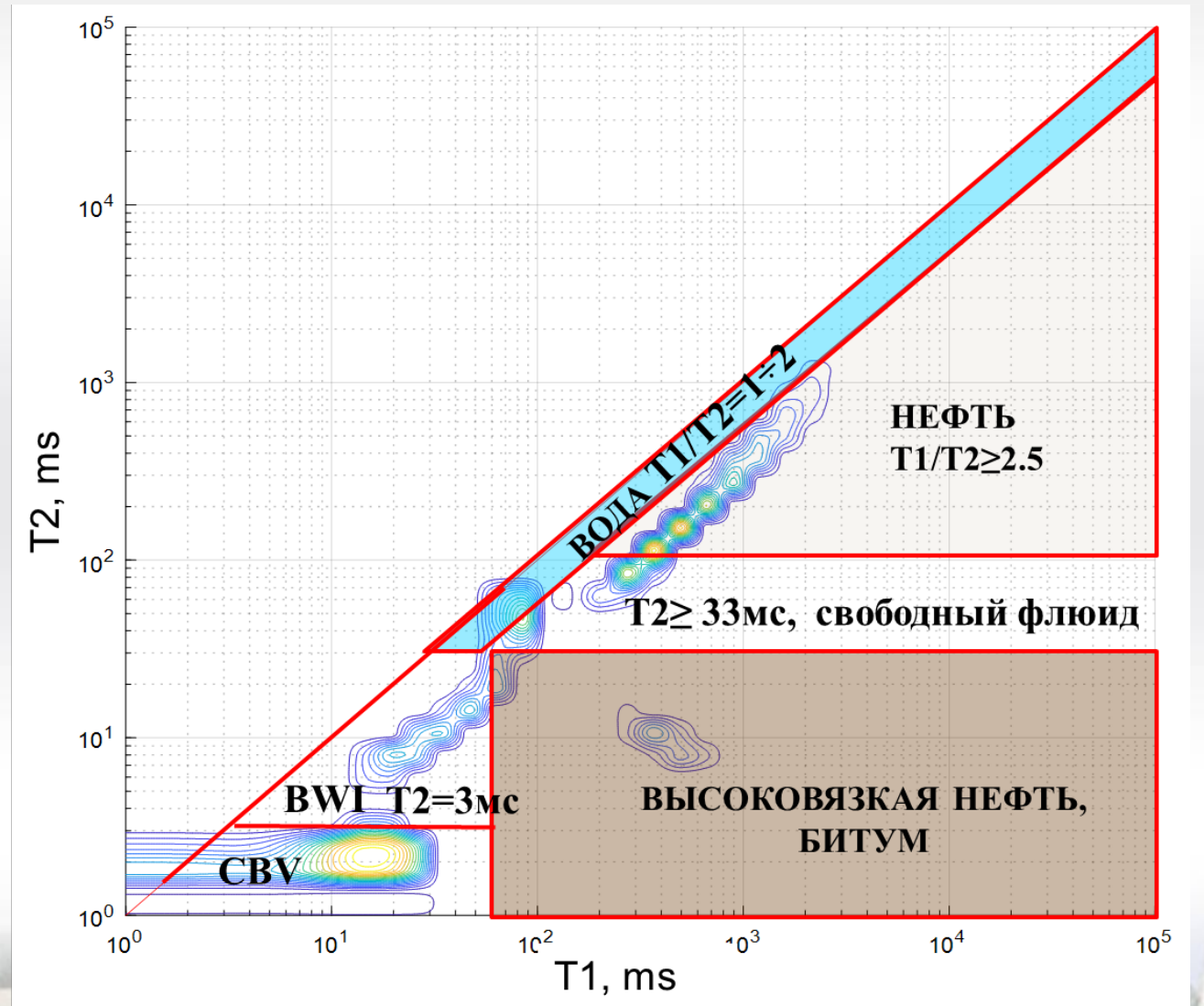
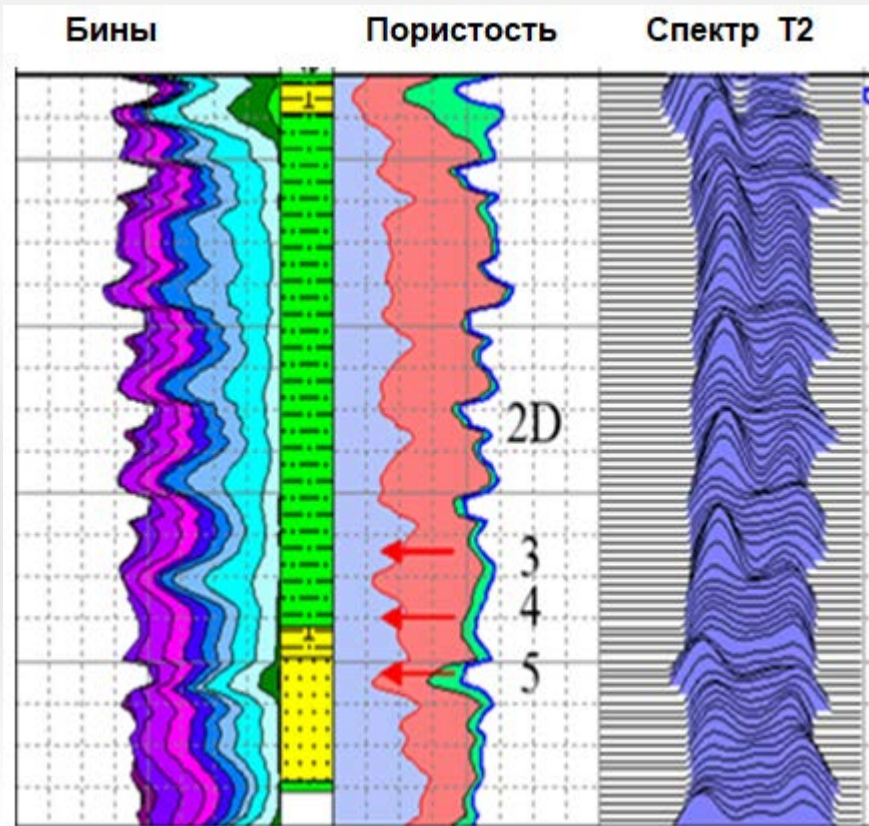


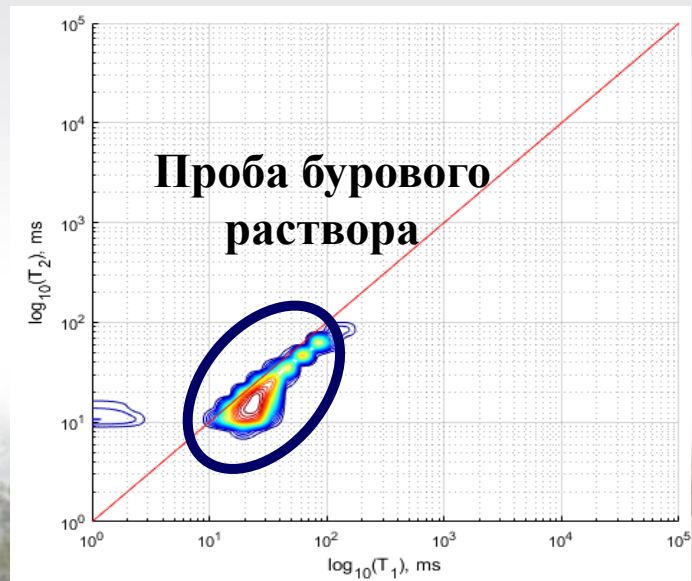
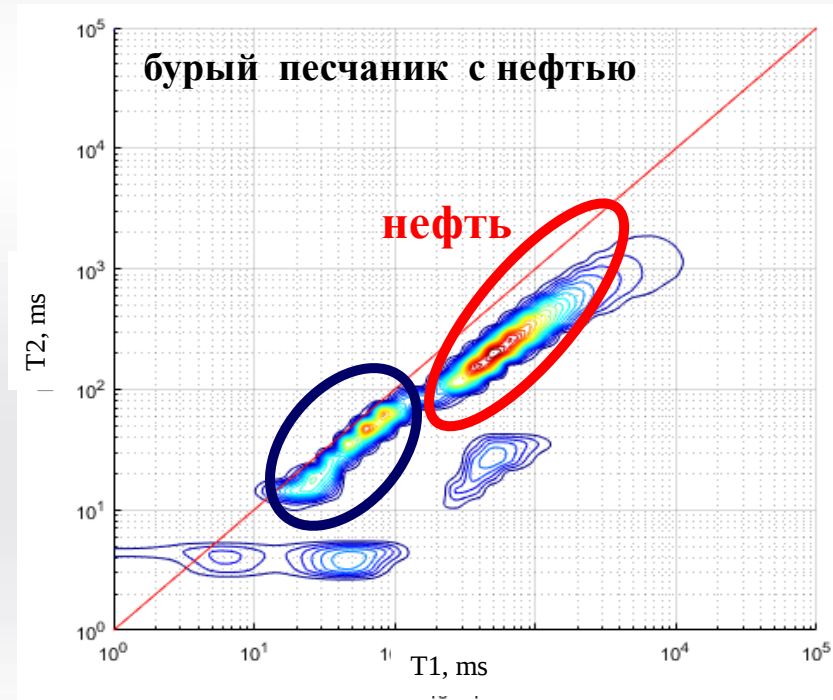
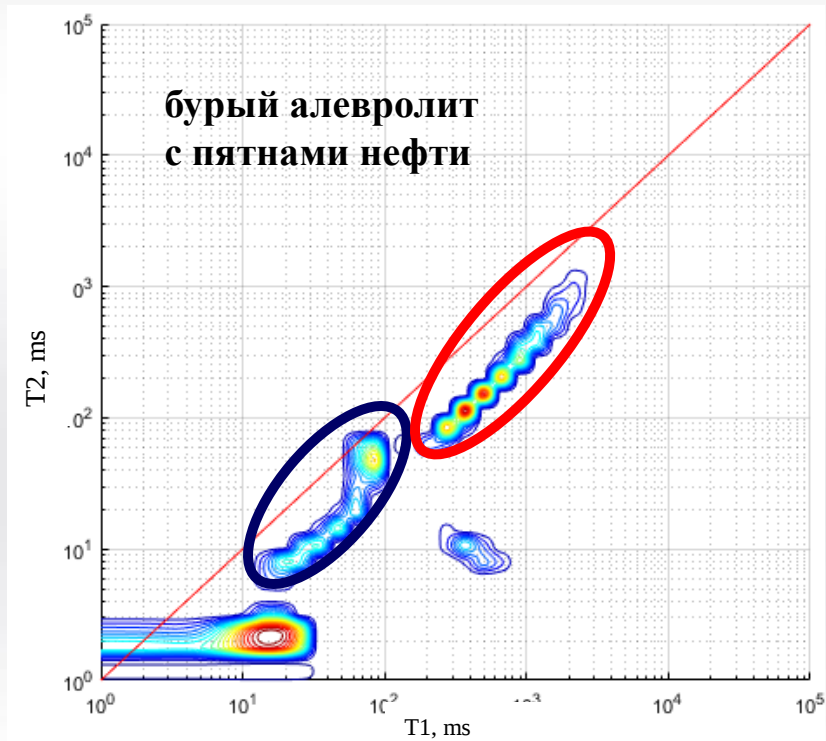
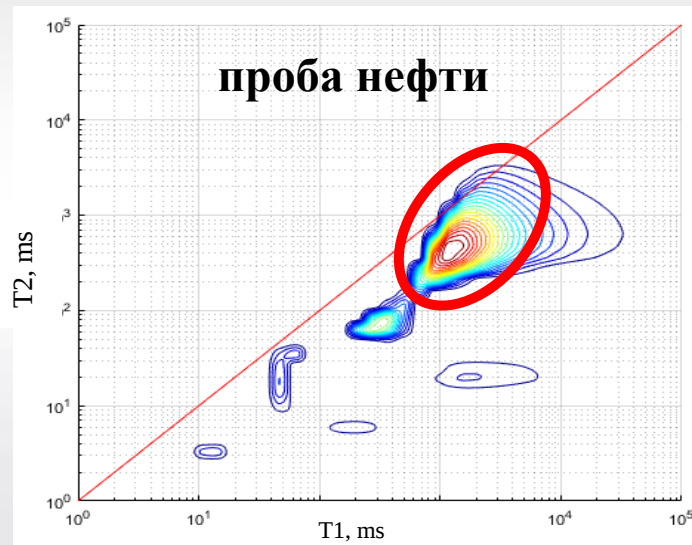
№ п/п	Глубина замера, м	Номер образца	Тип насыщения станд. образца	T1/T2	Вязкость, мПа·с	Тип флюида
1	143.48	42	пятнисто-полосчато и неравномерно битумонасыщенная порода	1		вода подвижная/связанная
				1.4	600	остаточный битум
				50	60	
2	140.6	37	пятнисто-полосчато и неравномерно битумонасыщенная порода	25	800	битум разной степени подвижности связанная вода
				10	120	
				3.75	15	
3	136.79	30	равномерно битумонасыщенная	10	705	битум
				7.7	141	
				5	18.5	
4	134.86	25	равномерно битумонасыщенная	13	800	битум
				8	48	
5	133.1	23	равномерно битумонасыщенная	12	706	битум
				10	141	
				5	18.5	

$$\eta = 1200 \frac{1}{T_{2LM}}$$

[Morriss C.E., 1997]

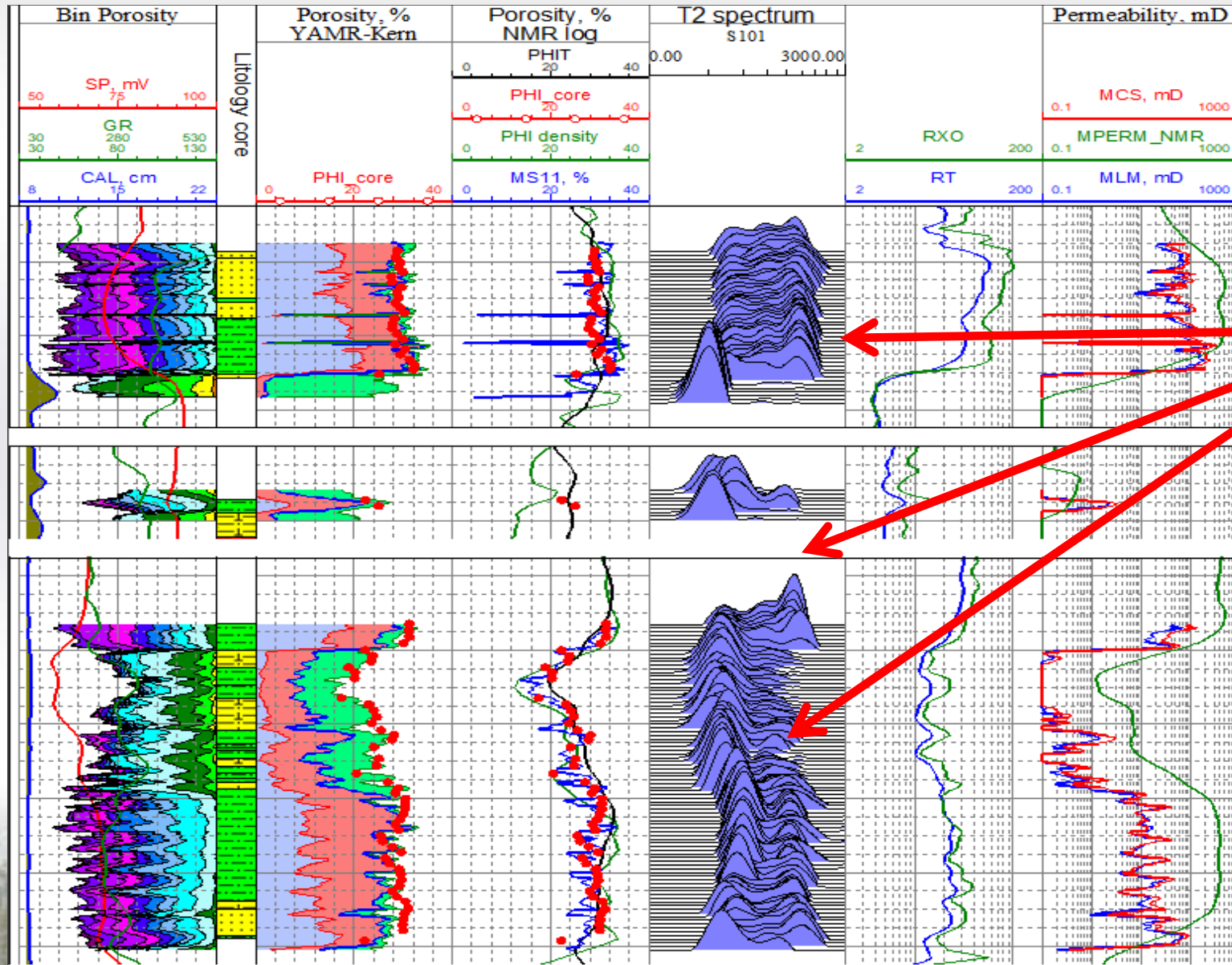






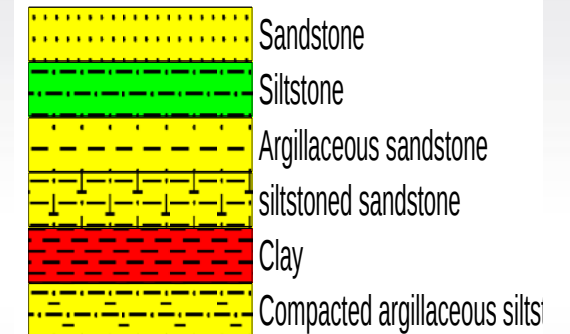
**раствор +
капиллярно-связанная вода**

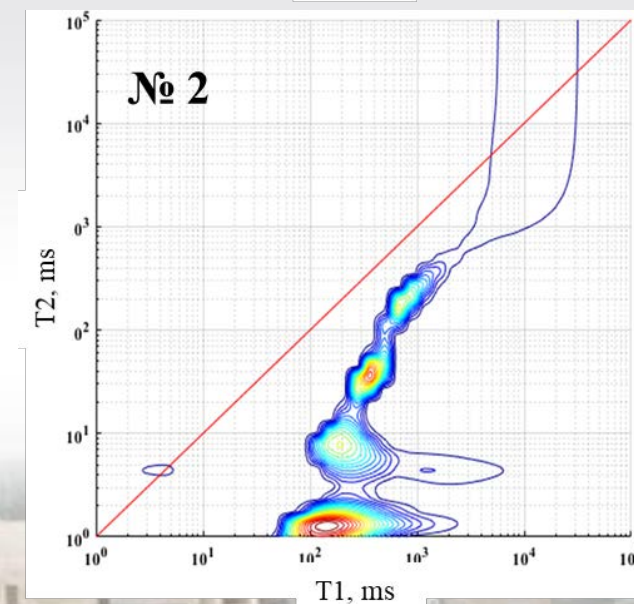
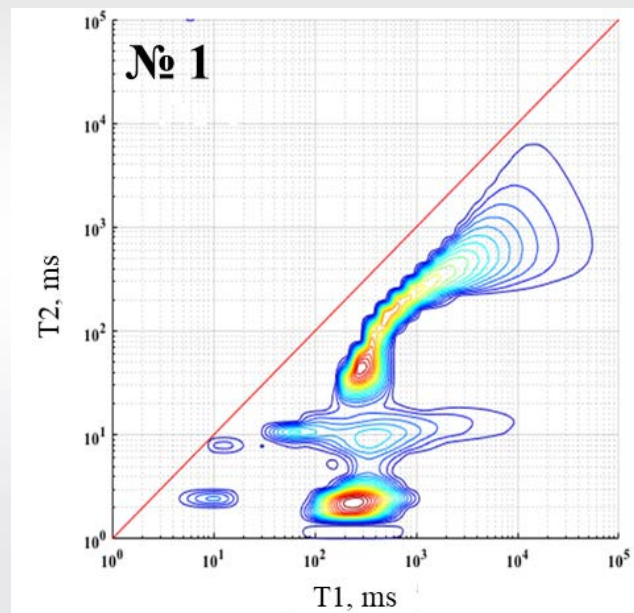
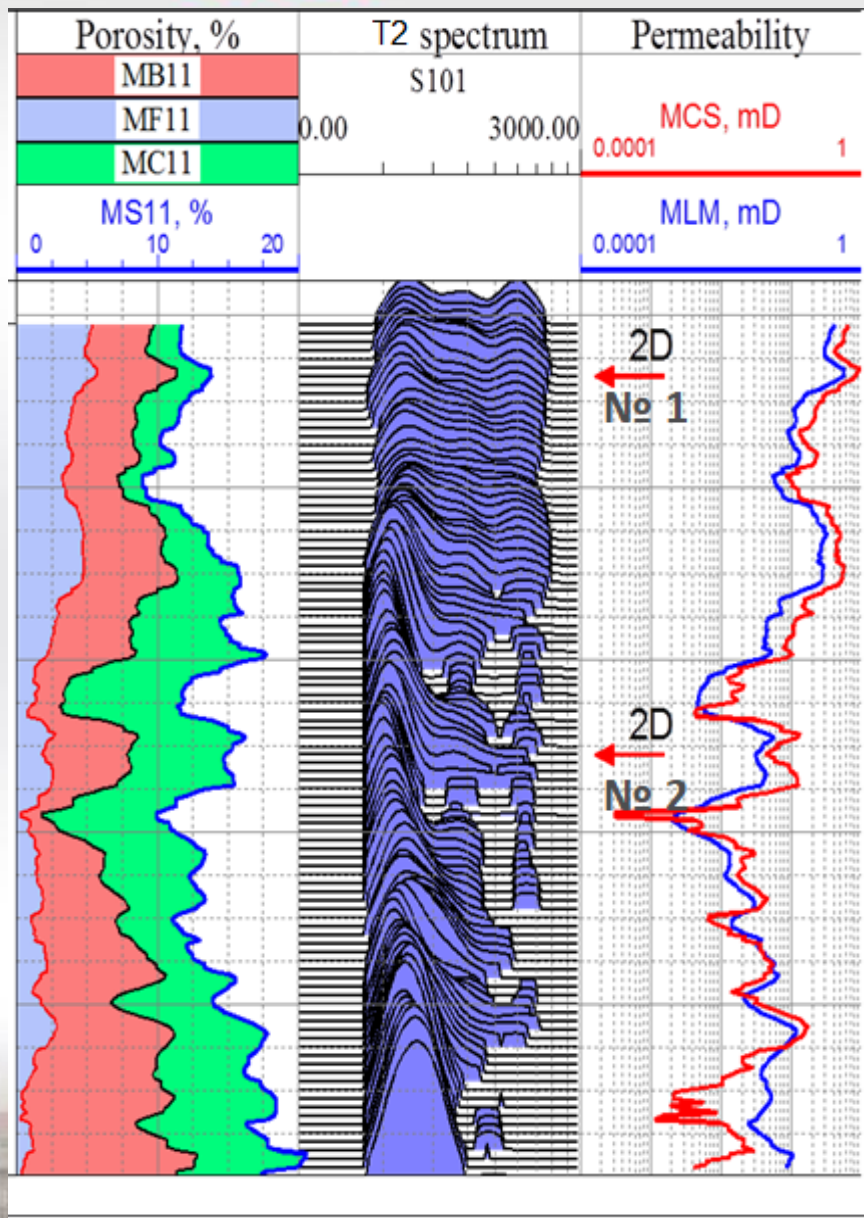




Сопоставление емкостных характеристик по данным ЯМР-Керн и ГИС.

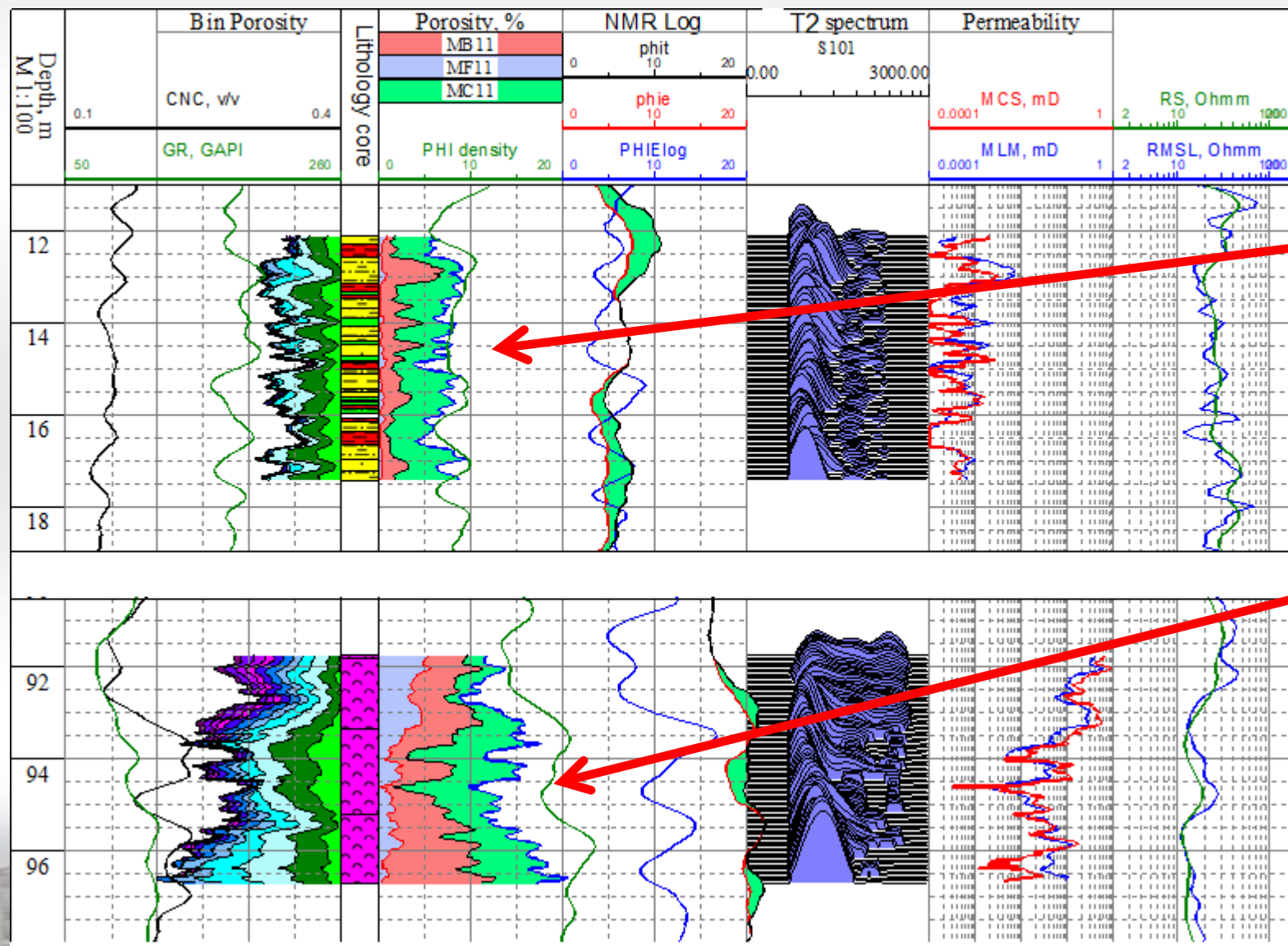
ЯМР-Керн показывает большую детализацию разреза по вертикали по сравнению со скважинными исследованиями, что позволяет уточнить эффективные толщины





Сложный литолого-минералогический состав пород.

Структура брекчиевидная.
 Минеральный состав:
 вулканический кератит, кварц менее 30%; кристаллическая стружка полевого шпата и кварца более 20%;
 цемент - вулканическая пыль, содержание которой превышает 50%.
 Есть каверны.



Пример тонкослоистого разреза.
Мощность прослоев по описанию керна меняется от 5 до 34см, средняя мощность 16.7см.

Породы со сложным литолого-минералогическим составом.



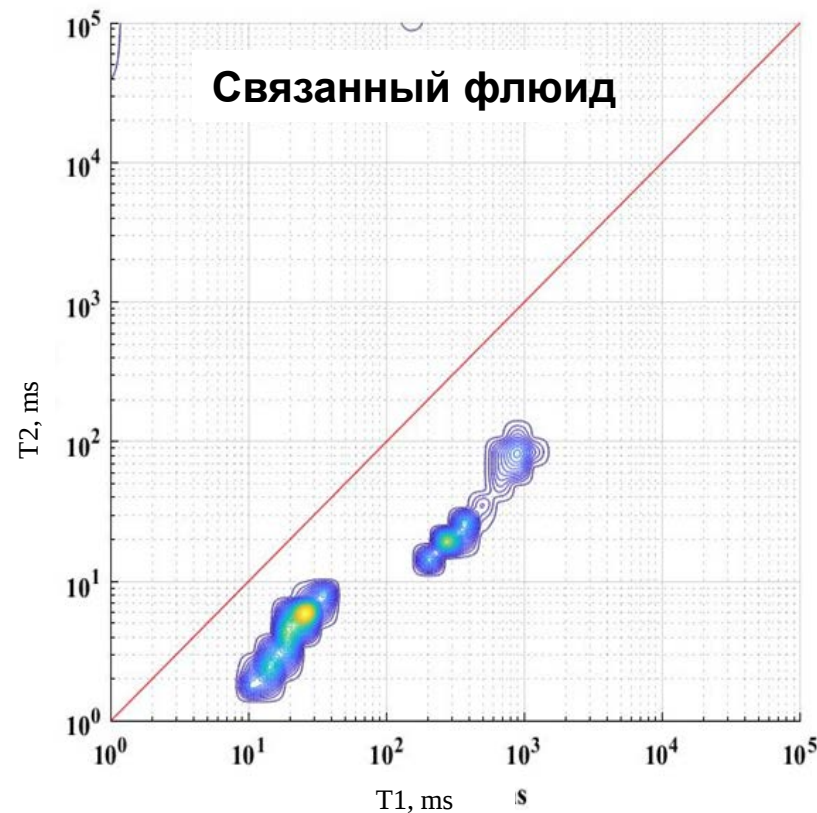
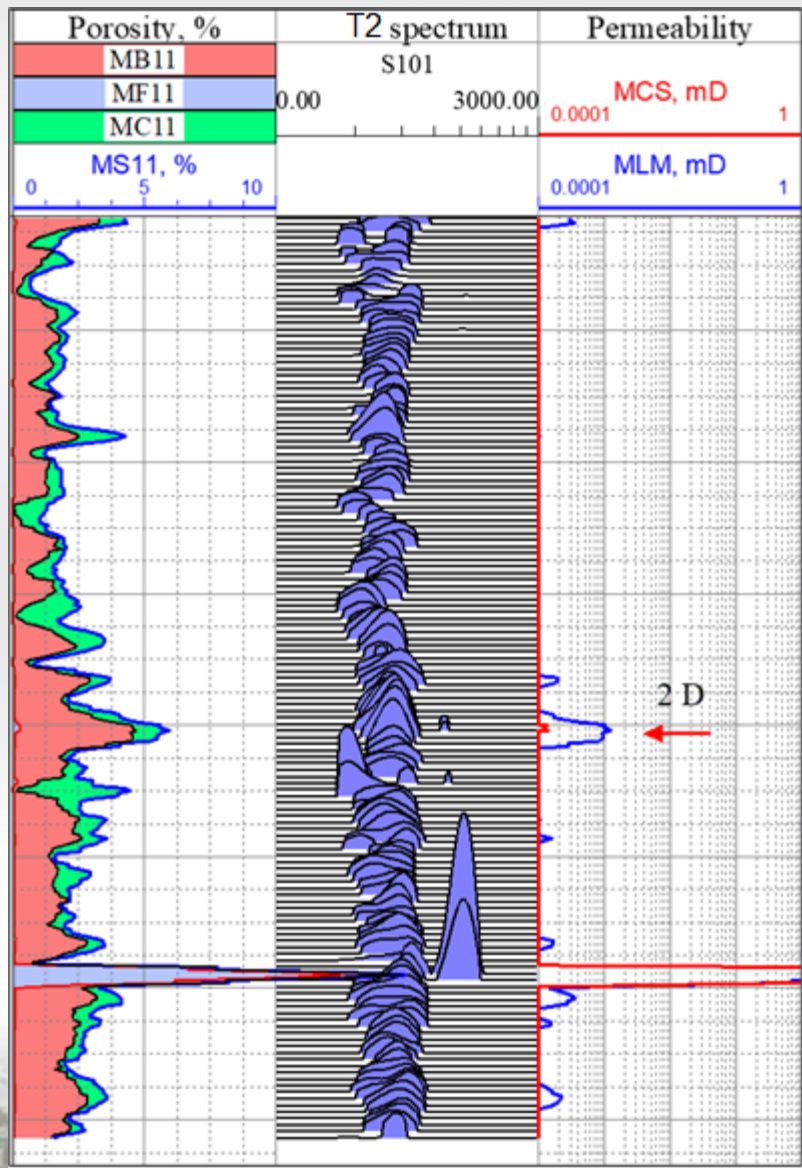
№ 1-



№2

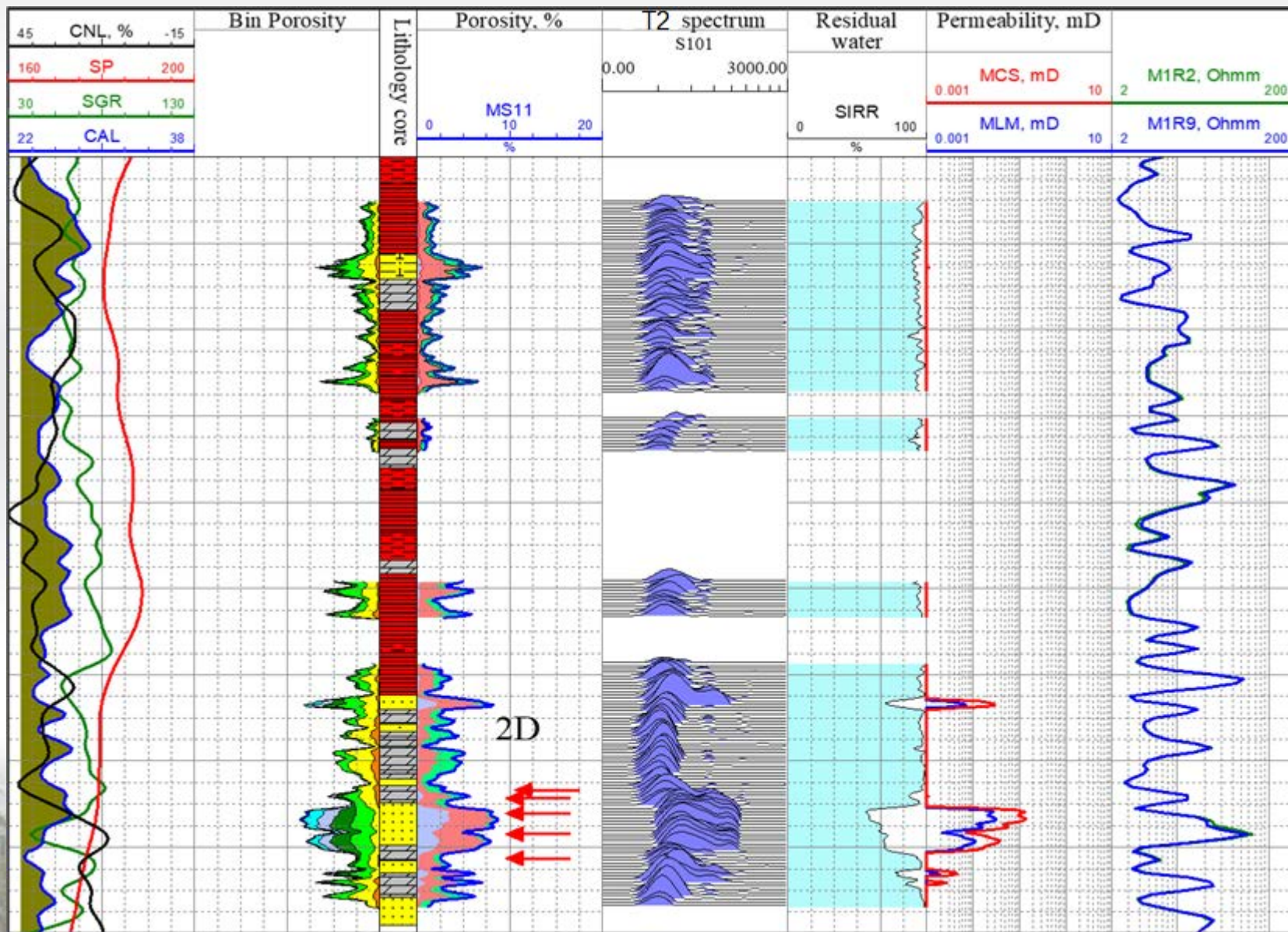
Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	FeO	Na ₂ O	MgO	литология
12,34	68,69	5,51	0,47	0,1	0,06	2,46	0,02	0,02		3,69	0,17	
11,62	69,88	4,4	0,65	0,08	0,04	2,57	0,01	0,02		4,75	0,13	
10,48	69,88	4,44	0,47	0,08	0,06	1,97	0	0,01		4,48	0,07	
11,76	68,89	3,75	0,18	0,08	0,09	1,94	0,01	0,01		5,78	0,14	
10,91	71,6	4,38	0,15	0,06	0,02	1,44	0	0,02		4,44	0,12	
11,09	67,88	3,96	0,2	0,06	0,03	1,6	0,01	0,06		5,27	0,17	
12,9	57,67	2,84	5,42	0,28	0,08	3,11	0,09	0,03		3,9	1,69	
10,34	69,57	5,34	0,59	0,1	0,07	2,36	0	0,01		3,61	0,03	Серый риолит
9,71	70,46	4,74	0,06	0,09	0,03	2,46	0,01	0,01		3,49		Брекчиевидная лавовая порода
9,65	71,22	5,22	0,06	0,09	0,03	2,24	0,01	0,01		3,01	0,07	Брекчиевидная лавовая порода
10,06	69,37	4,87	0,17	0,09	0,04	2,55	0,01	0,02		3,48	0,13	Брекчиевидная лавовая порода
9,65	71,37	4,96	0,07	0,1	0,04	2,38	0,01	0,01		3,17	0,09	Брекчиевидная лавовая порода
10,54	71,24	4,68	0,13	0,11	0,02	2,72	0,01	0,01		4	0,05	Серый риолит
10,3	71,28	4,63	0,18	0,1	0,02	2,63	0	0,01		4,1	0,02	Серый риолит
10,31	69,07	4,54	0,58	0,1	0,08	3,09	0	0,01		4,27	0,07	Серый риолит
10,3	70,53	4,78	0,65	0,1	0,05	2,82	0	0,01		3,91	0,05	Серый риолит
10,36	70,38	4,75	0,23	0,12	0,04	2,92	0,01	0,01		4,01	0,05	Серый риолит
10,25	69,83	4,43	0,22	0,1	0,02	2,84	0	0,01		4,34	0,01	Серый риолит
9,56	68,97	5,85	0,17	0,09	0,05	2,41	0,01	0,01		2,05	0,18	Брекчиевидная лавовая порода
10,54	68,5	5,95	0,1	0,1	0,05	2,76	0,01	0,02		2,88	0,13	Брекчиевидная лавовая порода
10,71	68,45	6,11	0,09	0,09	0,03	2,29	0,01	0,01		2,82	0,1	Брекчиевидная лавовая порода





Гравий.
Конгломерат состоит из кварца, полевого шпата, доломита, беспорядочное распределение, локально содержит небольшое количество известняка



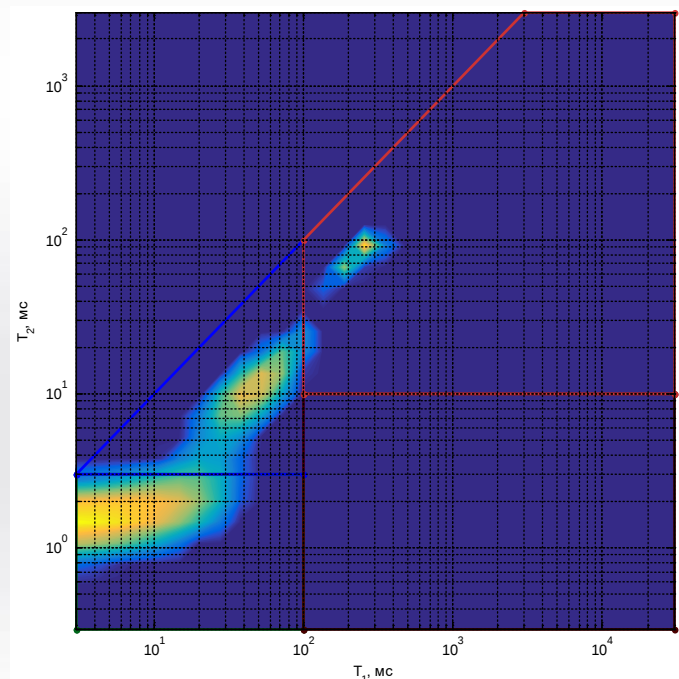


ЯМР-исследования
выполнены в лаборатории
после 36-72 часов после
отбора керна.





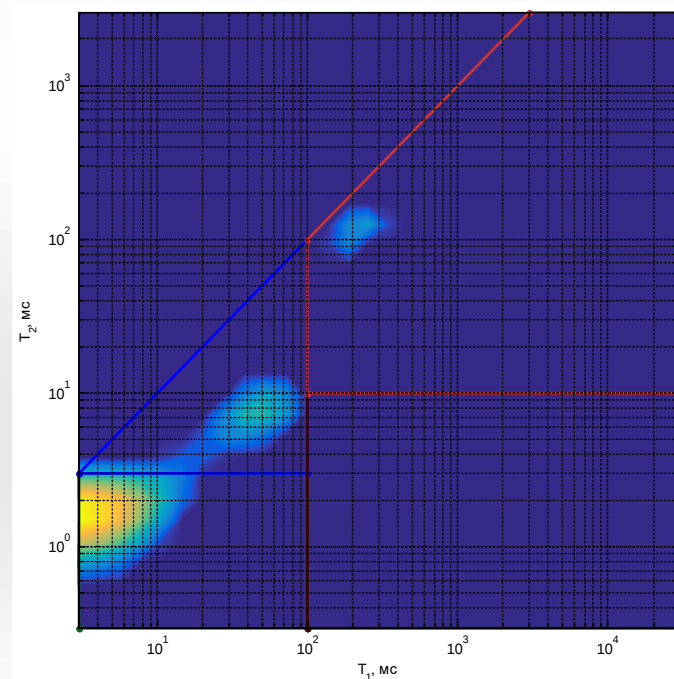
образец № 34



связанная вода + слабо нефть

**Мергель светло-серый, нефть слабо,
свечение темно-желтое,
кольцо не полное, около 5%, капли воды**

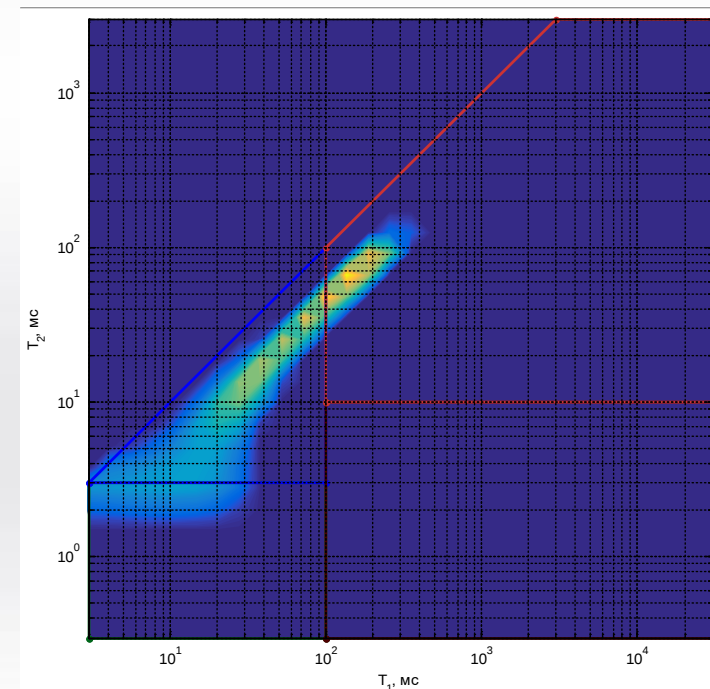
образец № 35



связанная вода + неясно

**Мергель светло-серый, нефть слабо,
свечение темно-желтое,
кольцо не полное, около 5%, капли воды**

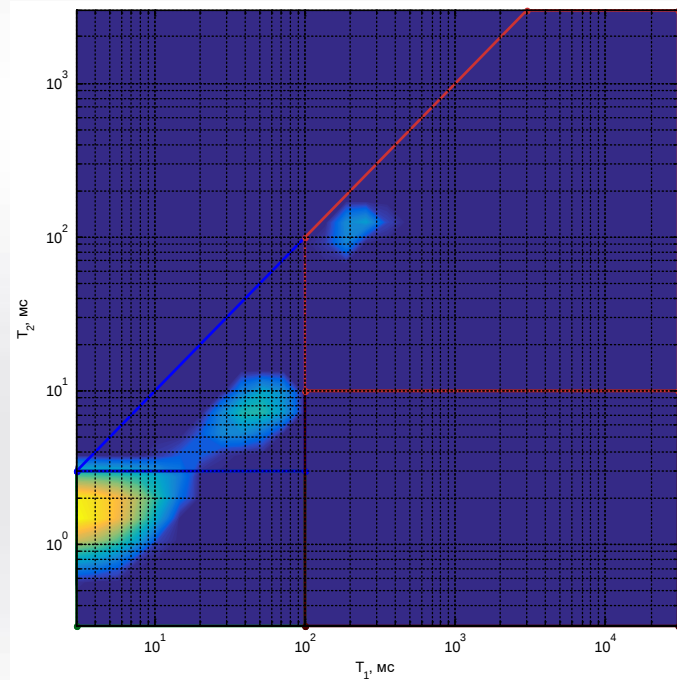
образец № 37



связанная вода + слабо нефть

**Песчаник мелко-зернистый,
эмульсия нефти,
нефтяное кольцо 60-70%,
флуорисценция тускло-желтая,
капли воды**

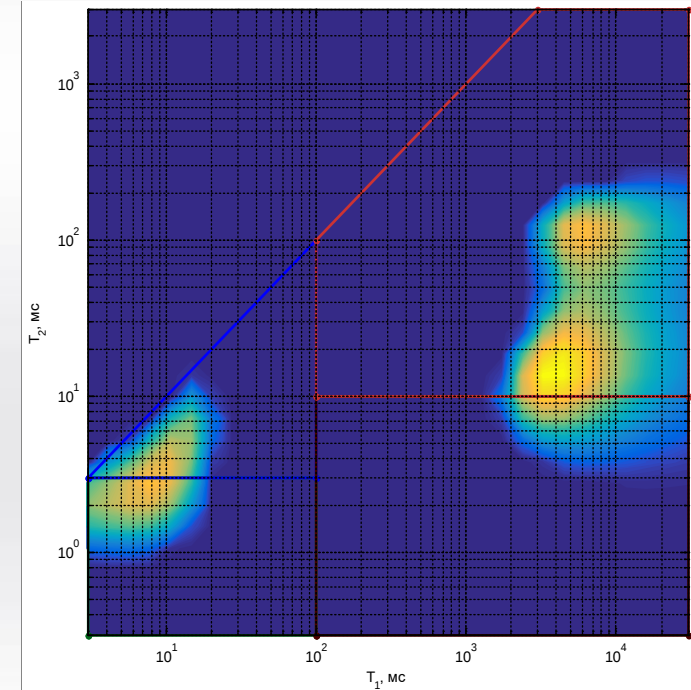
образец № 40



связанная вода+неясно

**Песчаник мелко-зернистый,
эмульсия нефти,
нефтяное кольцо 40-60%,
флуорисценция тускло-желтая,
капли воды**

образец № 43



неясно

Мергель светло серый



**ЭКСПЕРТНО -
ТЕХНИЧЕСКИЙ
СОВЕТ ГКЗ**

ПРОТОКОЛ № 19

**Заседания секции углеводородного сырья
Экспертно-технического совета Государственной комиссии по запасам
полезных ископаемых**

г. Москва 24 июля 2020 г.



Члены секции углеводородного сырья ЭТС ГКЗ приняли решение:

- 3.1 Отметить актуальность представленных ООО «ТНГ-Групп» материалов (далее -Технология), как оперативного метода профильного исследования керна.
- 3.2 Рекомендовать ООО «ТНГ-Групп» провести аттестацию эталонных (калибровочных) образцов в Росстандарте РФ, сертифицировать установку ЯМР-Керн и внести в реестр Росстандарта РФ в качестве средства измерения.
- 3.3 Рекомендовать ООО «ТНГ-Групп» продолжить наработку доказательной базы (в том числе сравнение с данными о шлифах, капилляриметрии, гранулометрии, и т.п.), для дальнейшей возможности использования Технологии по определению параметров, используемых при подсчете запасов нефти и газа.
- 3.4 Включить рассматриваемую Технологию в реестр технологий, одобренных ЭТС ГКЗ, в качестве метода экспресс-оценки ФЕС и флюидального состава.



В тонкослоистом разрезе ЯМР-исследования полноразмерного керна позволят:

- **уточнить эффективные толщины;**
- **не пропустить маломощные пропластки;**
- **получить профильное распределение ФЕС;**
- **разделить флюид на подвижную и неподвижную фракции до проведения каротажа;**
- **наметить точки для испытания пластов (ОПК/MDT).**
- **снизить риски опробования «сухих» пластов.**





Основные технические характеристики	ЯМР-Керн 1	ЯМР-Керн 2
	Значение или диапазон	
Диаметр исследуемого керна не более, мм	116	120
Максимальная длина колонки керна, мм	1150	1100
Частота резонанса ^1H , МГц	8	6,8
Габаритные размеры (высота/ширина/глубина)		
В транспортном состоянии, мм	1450 / 950/ 620	1620/1000/560
В рабочем состоянии, мм	1450 / 3050 / 620	1310/3030/560
Точность установки керна/ толщина скан-слоя, мм	1/10	1/10
Пространственное разрешение вдоль керна, мм	10	10
Вес, кг	350	350
Пределы измеряемых характеристик:		
Время поперечной релаксации (T_2), сек	0.00005÷5	0.00005÷5
Время продольной релаксации (T_1), сек	0.01÷10	0.01÷10
ЯМР пористость, %	1÷100	1÷100
Время сканирования 1м керна через 1 см:		
а) стандартная активация КПМГ для T_2 ;	30 мин (с 4-мя накоплениями)	
б) 2D-режим (15-кратная активация) для T_2 и T_1	120 мин	120 мин

