

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**« Уточнение методики оценки характера насыщения по данным  
газового каротажа для продуктивных отложений республики Удмуртии»**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т   М А Г И С Т Е Р С К О Й   Р А Б О Т Ы**

Студентки 2 курса 261 группы очной формы обучения  
геологического факультета  
направление 05.04.01 «Геология»  
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»  
Пахомовой Ольги Анатольевны

Научный руководитель  
к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

К.Б.Головин

Зав. кафедрой  
к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2020

**Введение.** Актуальность работы. Геолого-технологические исследования (ГТИ) являются составной частью геофизических исследований бурящихся скважин и предназначены для осуществления контроля процессов, происходящих в скважине на всех этапах ее строительства. ГТИ проводятся непосредственно в процессе бурения скважины, без простоя в работе буровой бригады и бурового оборудования по параметрам, измеряемыми на поверхности.

Именно опираясь на результаты ГТИ, проводится анализ нештатных ситуаций, выбор параметров промывочной жидкости, грамотное проектирование бурения последующих скважин, разведки, освоения и эксплуатации месторождения, и так далее. Результаты ГТИ учитываются при количественной интерпретации ГИС и подсчете запасов УВ, являются важным компонентом для оценки продуктивности в сложных геологических условиях. При отсутствии ГИС (отказ либо непрохождение приборов, недостаточный комплекс) количественная интерпретация проводится только по данным ГТИ.

Основным методом, позволяющим произвести количественную оценку насыщенности пород непосредственно в процессе бурения, по-прежнему является газовый каротаж. Для оценки выделенных по механическому каротажу перспективных интервалов используются методики интерпретации газового каротажа: метод базовых треугольников, флюидных коэффициентов, палетка Пикслера, диаграмма РАГ. В данной работе будет рассматриваться палетка Пикслера, которая помогает в определении газо-нефтяного контакта, входа в пласт и дает более точное представление о типе флюида. Объектом исследования являются продуктивные интервалы Карсовайского месторождения скважины 413.

Цель магистерской работы заключается в создании уточненной методики оценки характера насыщения по данным газового каротажа для продуктивных отложений республики Удмуртии. В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение геолого-геофизических информации;
2. Освоение приёмов обработки и интерпретации ГТИ-ГИС;
3. Изучить результаты, полученные при ИПТ;
4. Конкретизация граничных диапазонов палетки Пикслера для определения фазового состояния флюида.

Практическая ценность заключается в уточнении палетки Пикслера для оценки характера насыщения продуктивных отложений республики Удмуртии.

Материал для написания данной работы получен во время прохождения практики в ООО «Нефтегазсервис Саратов».

Данная работа включает титульный лист, содержание, введение, 3 раздела – «Геолого – геофизическая характеристика территории исследования», «Методика проведения геолого-технологических исследований», «Результаты работы», 13 подразделов, заключение, список использованных источников, 9 рисунков, 6 таблиц, 2 приложения. Объем работы составляет 54 страницы.

**Основное содержание работы.** Раздел 1 посвящен геолого – геофизической характеристике территории исследования и включает в себя 4 подраздела. Подраздел 1.1 «Административное расположение и степень изученности Карсовайского месторождения». В административном отношении Карсовайское месторождение находится на территории Балезинского и Кезского районов Удмуртской Республики, в 40 км восточнее г. Глазова и в 25 км северо-восточнее п. Балезино. В подразделе 1.2 «Литолого – стратиграфическая характеристика разреза» дается стратиграфическое описание геологического разреза исследуемой территории. Глубокими скважинами на Карсовайском месторождении вскрыты кристаллические породы фундамента и осадочные образования венда и палеозоя. Стратиграфическое расчленение разреза произведено в

соответствии с унифицированной стратиграфической схемой Волго-Уральской нефтегазоносной провинции от 1988 г..

В подразделе 1.3 «Тектоника» описано тектоническое строение и районирование территории, к которой приурочено месторождение. В тектоническом отношении Карсовайское месторождение расположено в Северной структурно-тектонической зоне Верхнекамской впадины основной особенностью которой является отсутствие в разрезе отложений рифейского комплекса протерозоя.

В подразделе 1.4 описана нефтегазоносность района. Промышленная нефтегазоносность Карсовайского поднятия приурочена к карбонатным отложениям касимовского яруса верхнего карбона, мячковского горизонта, подольского горизонта, каширского горизонта, верейского горизонта, башкирского яруса.

Раздел 2 «Методика проведения геолого-технологических исследований» включает в себя 5 подразделов. В подразделе 2.1 «Общие сведения о геолого-технологических исследованиях» рассмотрены общие сведения о геолого-технологических исследованиях. В подразделе 2.2 рассмотрены задачи геолого-технологических исследований. Подраздел 2.3 описываются геолого-геохимические исследования, которые являются неотъемлемой частью при выполнении геологоразведочных работ, оценки месторождения и разработки залежей нефти и газа. Данный подраздел состоит из 5 пунктов. В пункте 2.3.1 описывается люминесцентно-битуминологический анализ; в 2.3.2 описывается термо-вакуумная дегазация; в 2.3.3 описывается испытание пластов на трубах; в пункте 2.3.4 описывается газовый каротаж; в 2.3.5 описывается детально-механический каротаж. В подразделе 2.4 рассмотрен комплекс промыслово-геофизических исследований скважин (ГИС), техника, методика и качество проведенных исследований применяемые на Карсовайском месторождении, а в подразделе 2.5 приведено описание методики палетки Пикслера, которая решает задачу определения характера насыщения по данным газового каротажа.

Раздел 3 «Результаты работы» делится на 4 подраздела. В работе рассматривается применение газового каротажа для оперативного определения перспективных на нефть и газ участков в разрезе скважины и прогнозной оценки характера их насыщения, так же он используется для выявления зон аномально высоких поровых давлений и предупреждения внезапных выбросов пластового флюида. Для интерпретации данных газового каротажа применяются ряд методик, в том числе палетка Пикслера. Все методики основаны на соотношениях и граничных значениях компонентов с  $C_1$ - $C_5$ .

Подраздел 3.1 «Анализ данных ИПТ». Уточнения методик интерпретации газового каротажа проводилось с помощью прямого метода определения характера насыщения пласта - испытания пластов на трубах (ИПТ).

Испытание пластов в открытом стволе в процессе бурения скважины осуществляется по мере вскрытия перспективных интервалов разреза. Обязательным условием получения достоверных данных является максимально возможное сохранение природных фильтрационных свойств вскрываемых пород и обеспечение гидравлической связи между породами и скважиной. Достигается это регулированием физико-химических параметров бурового раствора, применяемого при вскрытии объектов. Результаты ТВД проб в таблицах 1.

Таблица 1 – Результаты ТВД проб флюида

Номер пробы	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
<b>Нефть</b>					
1	4.694	4.221	10.551	11.224	7.011
2	2.137	14.364	27.056	16.220	6.277
3	0.295	0.117	3.182	2.387	1.415
4	0.008	0.003	0.054	0.034	0.021
5	1.285	2.395	6.533	5.288	3.135

<b>Номер пробы</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub></b>	<b>C<sub>4</sub></b>	<b>C<sub>5</sub></b>
6	0.913	3.894	11.214	7.364	2.111
7	0.017	0.030	0.096	0.117	0.091
8	0.254	0.343	1.537	1.717	1.396
9	1.340	3.674	14.829	15.673	12.859
10	1.006	1.552	1.887	1.470	1.045
<b>Газ</b>					
1	0.020	0.018	0.021	0.010	0.005
2	0.044	0.028	0.035	0.014	0.010
3	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003
<b>Пластовая вода</b>					
1	0.048	0.031	0.033	0.011	0.008
2	0.008	0.004	0.217	0.121	0.097
3	0.017	0.002	0.001	0.001	0.001
4	0.038	0.027	0.019	0.020	0.022
5	0.032	0.024	0.016	0.015	0.010
<b>Нефть+пластовая вода</b>					
1	0.180	3.433	3.374	1.796	1.267
2	0.285	4.395	2.533	2.288	3.135
3	0.167	4.030	2.096	1.117	1.091
4	0.131	2.446	1.261	1.481	1.611

Подраздел 3.2 «Результаты определения фазового состояния флюида с использованием стандартной палетки Пикслера». В палетке Пикслера разделения на не продуктивные и насыщенные углеводородом интервалы, строятся с помощью соотношений метана (C<sub>1</sub>) ко всем остальным компонентам газа (C<sub>2</sub>-C<sub>5</sub>). Графики кривых построенные по палетки

Пикслера помогают в определении газо-нефтяного контакта, входа в пласт и дают более точное представление о типе флюида, как показано на рисунке 1.

Использование хорошо зарекомендовавшей себя в соседних регионах методики Пикслера привело к неоднозначным результатам при интерпретации данных газового каротажа в условиях республики Удмуртии. На рисунке 1 заметно, что данные по нефти попали в непродуктивную часть палетки и даже выходят за её границы, газовый характер насыщения наоборот попадает в нефтяной диапазон. Исходя из полученных результатов, палетку Пикслера требовала уточнения граничных значений флюидных коэффициентов, использовавшихся при расчете палетки Пикслера.

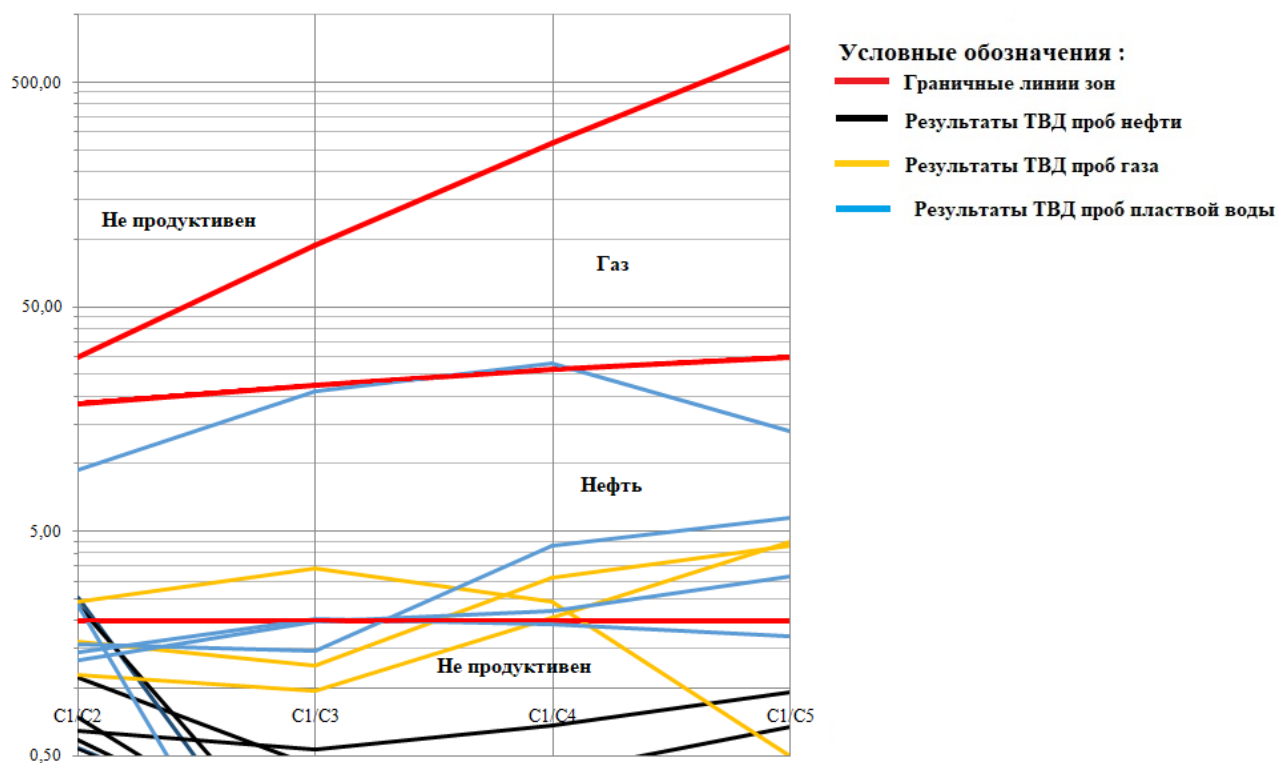


Рисунок 1– Стандартная палетка Пикслера с данными ТВД флюида

Подраздел 3.3 «Результаты определения фазового состояния флюида с использованием уточненной палетки Пикслера». Палетка Пикслера уточнена с помощью результатов полученных при испытаниях пластов на трубах (ИПТ). Заведомо известное насыщение «нефть» попало в зону не продуктивности. В ходе исследования диапазон значений в зоне «нефти» на палетке сдвинул в сторону меньших чисел. Граничная линия, обозначающая

нижнюю границу диапазона подвинута на 0,08, вместо 2. Результаты ТВД проб газа попали в зону «нефти», поэтому нижнюю граничную линию пришлось передвинуть ниже.

В результате на рисунке 2 показаны построенные диапазоны с использованием прямых признаков насыщения для конкретных условий, которые позволяют более достоверно определять характер насыщения по данным частичной дегазации ГВЛ, полной ТВД по буровому раствору и по шламу, а так же по керну.

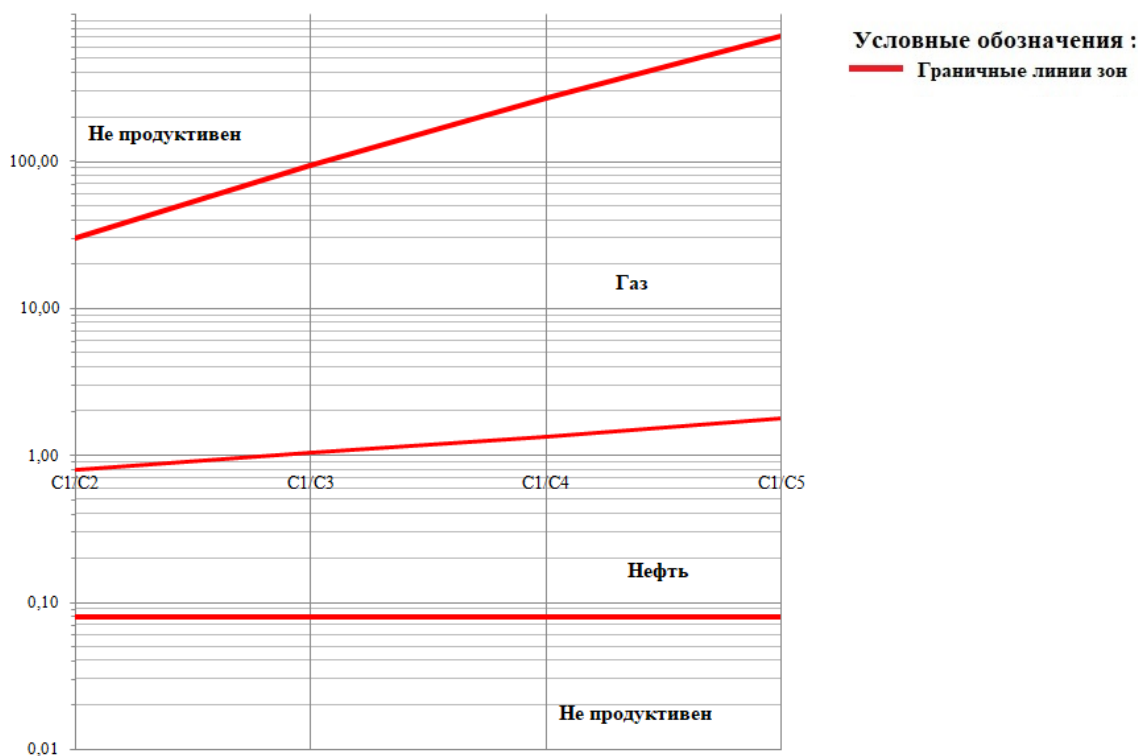


Рисунок 2 - Уточненная палетка Пикслера

Подраздел 3.4 «Определение фазового состояния флюида». Определение фазового состояния флюида на примере водонефтяного контакта. На уточненную палетку нанесены смешенные результаты проб типа «нефть+пластовая вода» взятые из таблицы 1 для подтверждения разграничения граничных зон, которые ранее были построены по однозначным результатам ИПТ, как показано рисунке 3.



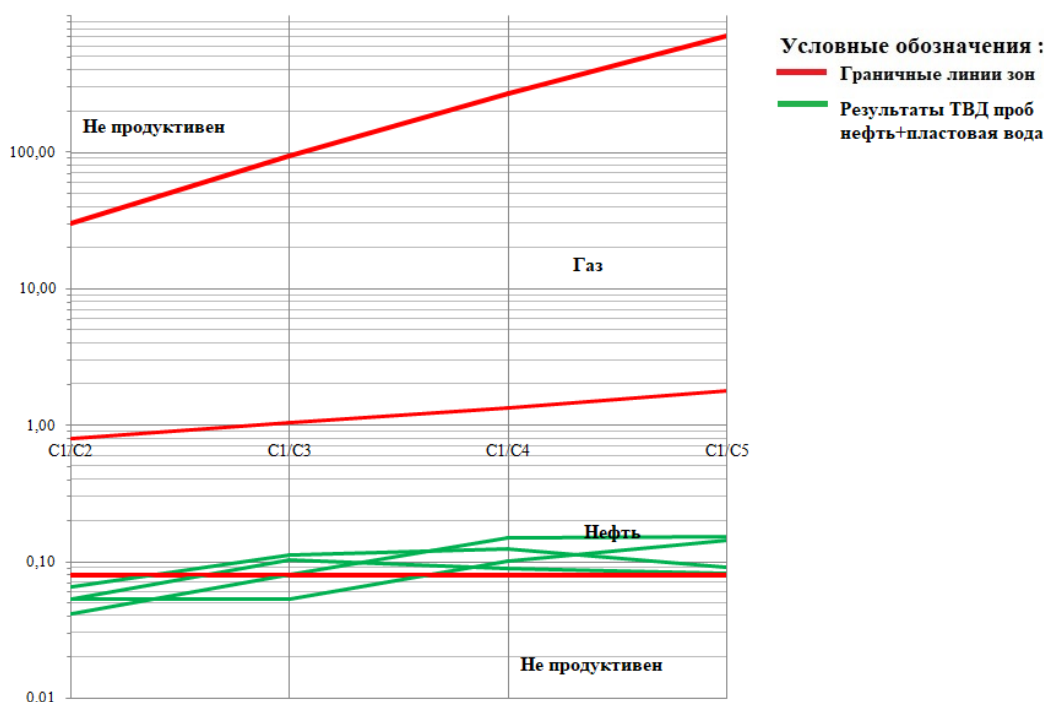


Рисунок 3 - Уточненная палетка Пикслера с данными ТВД по флюидам

По керну, определяются фильтрационно-емкостные свойства пласта: пористость, проницаемость, нефте- и газонасыщенность. Нефтенасыщенность керна подтверждается наличием выпотов и запаха углеводорода. Были рассмотрены 5 результатов отборов керна в Удмуртской республике, показанные в таблице 2. На рисунке 4 показаны результаты интерпретации полученных результатов на уточненной палетке, которая так же подтверждает нефтенасыщения.

Таблица 2 – Результаты ТВД проб отбора шлама

Номер отбора	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
1	0.278	0.556	1.514	1.589	1.227
2	0.292	0.499	1.001	1.325	1.026
3	0.473	0.376	0.512	0.582	0.649
4	0.003	0.002	0.004	0.005	0.005
5	0.268	0.524	1.312	1.567	1.124

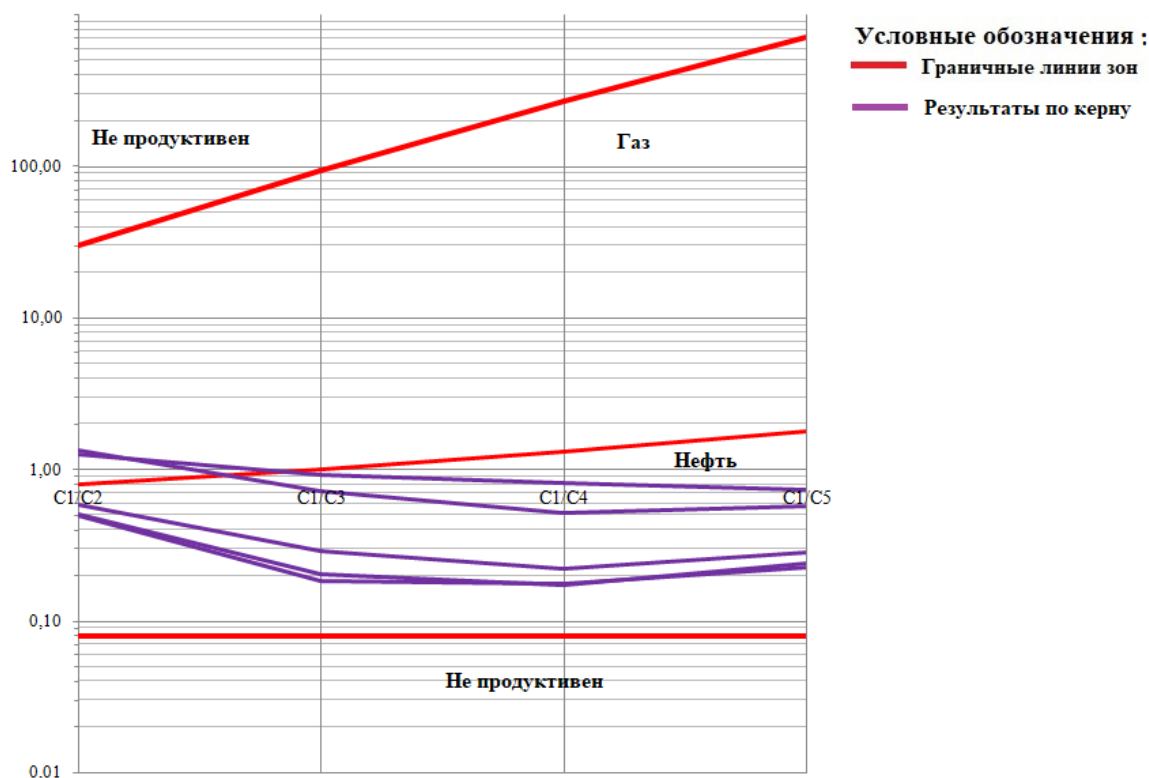


Рисунок 4 - Уточненная палетка Пикслерас данными по керну

Определение фазового состояния флюида в продуктивных на примере Карсовайского месторождения скважина 413. Продуктивные пласты-коллекторы в разрезе скважины выделены пласты в интервалах 1652,3 - 1653,4м, 1657,85 - 1660,51м по данным газового каротажа с помощью интерпретации ГТИ-ГИС, представлены интервалы известняками от серого до бежевого цвета, мелко- и скрытокристаллическими, средней крепости. Превышение газовых аномалий относительно фоновых показаний до 12-ти раз. Показания в аномальных участках и будут использованы для расчета по различным методикам интерпретации газового каротажа.

По результатам промыслово-геофизических исследований (ГИС) на скважине 413 Карсовайском месторождении выделены пласты коллекторы с нефтяным характером насыщения в башкирском ярусе, представленные в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты оперативной интерпретации ГИС

Интервал, м	Кг л %	Кп АК %	Кп ГГК %	Кпэф %	Кнг %	Коллектор	Литология	Характер насыщения
1650 - 1651	3.4 1	8.5	9.5	5.2	63.6	Уплотненный коллектор	Карбонаты	Нефть
1652.3-1653.4	3.4	13	6.5	7.5	58.6	Неоднородный коллектор	Карбонаты	Нефть
1654.8-1655.9	2.6	9.4	11.1	7.9	80.1	Коллектор	Карбонаты	Нефть
1657.5-1659	3.6 5	8.8	7.2	5.5	-	Неколлектор	Карбонаты	-
1659.7-1661.1	1.3 7	11. 2	13.5	9.7	78.3	Неоднородный Коллектор	Карбонаты	Нефть
1661.1-1662.1	1.3 4	12. 4	10.8	10.5	74	Коллектор	Карбонаты	Нефть

Анализ результатов интерпретации газового каротажа скважины №413 представлен на рисунке 5, по которому видно, что методика «палеток Пикслера», подтвердила нефтяной характер насыщения.

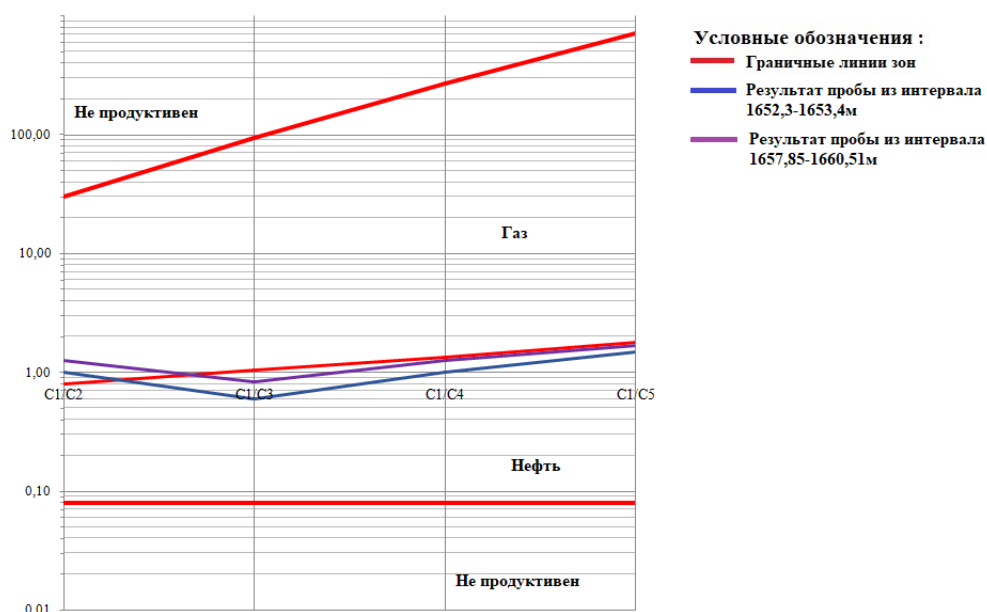


Рисунок 5 - Уточненная палетка с результатами газопоказаний по данным частичной дегазации бурового раствора на глубинах 1653м, 1659м.

**Заключение.** В магистерской работе были изучены геолого-геофизическая информация по Карсовайскому месторождению, методика проведения геолого-технологических исследований (ГТИ) и методика интерпретации газового каротажа, а так же изучен комплекс промыслово-геофизических исследований скважин (ГИС), методика проведенных исследований.

В данной работе был рассмотрен метод интерпретации данных газового каротажа, а именно палетка Пикслера. Данная методика хорошо зарекомендовавшая себя в соседних регионах, но привела к неоднозначным результатам при интерпретации данных газового каротажа в условиях республики Удмуртии.

В ходе исследования методика Пикслера была уточнена с помощью результатов прямого метода определения характера насыщения пласта - испытания пластов на трубах (ИПТ).

В ходе исследования диапазон значений в зонах «нефти» и «газа» на палетке сдвинут в сторону меньших чисел. В принципе, полученные соотношения углеводородных компонентов позволяют уточнить все методики интерпретации газового каротажа, основанные на флюидных коэффициентах.

В результате построены диапазоны с использованием прямых признаков насыщения для конкретных условий, что позволит более достоверно определять характер насыщения по данным частичной дегазации ГВЛ, полной ГВД по буровому раствору и по шламу, а так же по керну.