

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«Выделение пластов коллекторов и определение характера их насыщения по
данным ядерно - физических методов
(на примере 3. месторождения)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Водолагина Станислава Алексеевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

В.Ю. Шигаев

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В связи с истощением нефтяных ресурсов, крупных месторождений нефти и газа в разработку вводятся средние и мелкие скопления углеводородов. Важнейшим условием сохранения достаточно высокого уровня добычи углеводородного сырья в старых нефтедобывающих районах наряду с открытием, подготовкой и вводом в разработку новых запасов является доразведка нефтегазовых месторождений. В последние годы роль и значение геофизических исследований скважин (ГИС) при этом существенно возросли.

Для эффективного выделения и оценки коллекторов нефти и газа, определения их фильтрационно-емкостных свойств требуется повышение методического уровня ГИС, совершенствование комплексов, методик, метрологического и петрофизического обеспечения исследований. Решение этих задач создаст информационную основу для выполнения оперативного текущего подсчета запасов нефти и газа, а также обеспечит выработку управляющих решений по оптимизации разведочного процесса.

Целью данной работы является выделение продуктивных коллекторов по данным ядерно-физических методов (на примере месторождения 3., которое расположено на южном погружении Бузулукской впадины). В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи**:

1. Привести краткую геолого-геофизическую характеристику района исследований на основе имеющихся фондовых материалов, публикаций в научной литературе и сети Интернет.

2. Проанализировать имеющуюся в учебно-методической литературе информацию, характеризующую методы ГИС, входящие в комплекс промыслово-геофизических исследований на изучаемой территории.

3. Привести результаты работ, полученные на исследуемой площади, включающие материалы радиоактивного каротажа и направленные на выделение продуктивных интервалов разреза.

4. Проинтерпретировать полученные данные и определить основные петрофизические характеристики пластов коллекторов.

Объектом исследования являются горные породы З. месторождения, вскрытые скважинами № 3612, 3629.

Предметом исследований являются аномалии ядерно-физических параметров горных пород, слагающих геологический разрез исследуемой площади.

В основу работы положены материалы, полученные автором в период прохождения производственной практики в ООО «НТЦ ГЕОТЕХНОКИН». В период прохождения производственной практики я участвовал в работе контрольно-интерпретационной партии, работал с архивными материалами и выезжал на проведение ГИС. Ниже представлены материалы ядерно-физических исследований скважин 3612, 3629 З. месторождения, проведенные для оценки текущей нефтенасыщенности пород коллекторов. В комплекс ГИС входили: (гамма каротаж (ГК), импульсный нейтронный каротаж в интегральной модификации (ИНК) и спектрометрический импульсный нейтронный гамма-каротаж (ИНГКС). Данный комплекс чаще всего дополняется спектрометрическим гамма-каротажем (СГК).

Неоценимую помощь при сборе производственного материала оказал заместитель директора по промысловой геофизике Чернов Олег Сергеевич, которому автор очень признателен.

Основное содержание работы. В разделе 1 «Краткие сведения о геологическом строении исследуемой территории» приводятся сведения об особенностях геологического строения 3. месторождения. Отмечено, что в пределах изучаемой территории установлены верхнепротерозойские, палеозойские и мезозойские осадочные образования, подстилают их метаморфические и магматические породы кристаллического фундамента архейско-раннепротерозойского возраста (**подраздел 1.1**).

Указано, что изучаемая площадь в тектоническом плане располагается на южном погружении Бузулукской впадины близ границы с Восточно-Оренбургским сводовым поднятием (**подраздел 1.2**) [Жуков, 1997].

Также приведены сведения о нефтегазоносности данной территории (**подразделе 1.3**). Обращается внимание, что изучаемое месторождение находится в 3.-Лебяжинской зоне нефтегазонакопления и является многопластовым, тектонически экранированным. Промышленная нефтеносность связана с отложениями афонинского (пласты ДV-2 и ДV-1), воробьевского (пласт ДIV), ардатовского (пласт ДI) и пашийского (пласт ДI) горизонтов, а также франского (пласты Дфр1, Дфр2 и Дфр3) яруса. В целом по месторождению запасы утверждены в количестве: категории А+В+С1 – 8407 тыс. т., категории С2 – 1050 тыс. т. Основная часть запасов месторождения связана с терригенным пластом ДI пашийского горизонта. Эффективная нефтенасыщенная толщина пласта изменяется от 6,5 до 20,5 м, пористость – от 8 % до 13 %. Тип залежи – пластовый тектонически-экранированный. Водонефтяной контакт установлен на глубине – 3793 м. С 1995 года на месторождении фондом разведочных скважин ведется пробная эксплуатация залежей пластов ДV-1 афонинского и ДI111 ардатовского горизонтов, а с 1996 года – залежей пластов ДIV воробьевского и ДI пашийского горизонтов. С 1999 на месторождении начато бурение эксплуатационных скважин (№ 3608) [Жуков, 1997].

Физико - геологические основы и методика проведения ядерно-физических исследований в скважинах рассматривается в **разделе 2**. Основными методами

исследования на изучаемой площади являются ГК, НГК, СГК, ИНК, ИНГКС. С учетом небольшой глубинности ядерно-физических исследований в скважинах по сравнению с методами электрического каротажа, спектральные радиоактивные методы зачастую используют как дополнительные к стандартному электрическому каротажу. Перед работами геофизиками анализируются данные метода потенциалов собственной поляризации и кавернометрии, которые проводились на ранних стадиях разведки скважины.

Отмечено, что при геофизических исследованиях скважин №3612, №3626, применялся аппаратурно-методический комплекс АИНК-89 для определения нефтегазонасыщенности горных пород (**подраздел 2.1**), разработанный ОАО «НПЦ Тверьгеофизика» [Амурский, 2016].

Кратко рассмотрены основные изучаемые геофизические параметры горных пород, слагающих месторождение (**подраздел 2.2**), а также физико-геологические основы используемых при этом методов ГИС: гамма каротажа (**параграф 2.2.1**), нейтронного гамма-каротажа (**параграф 2.2.2**), спектрометрического гамма-каротажа (**параграф 2.2.3**), импульсного нейтронного каротажа (**параграф 2.2.4**), спектрометрического импульсного нейтронного гамма-каротажа (**параграф 2.2.5**), а также метода потенциалов собственной поляризации (**параграф 2.2.6**) и кавернометрии (**параграф 2.2.7**).

Разобраны принципы интерпретации данных радиоактивных методов ГИС (**подраздел 2.3**), позволяющие проводить литологическое расчленение разреза скважин исходя из показаний рассматриваемых в работе методов ГИС.

В **разделе 3** «Результаты исследований» приводятся материалы, включающие данные оценки текущей нефтегазонасыщенности коллекторов, их фильтрационно-емкостные свойства, а также анализ изменения указанных характеристик горных пород по изучаемым скважинам. В частности, указано, что применение комплекса ядерно-физических методов, включающих С/О-каротаж, на месторождениях Оренбургской области из-за сложного вещественного состава исследуемых пород, низкой пористости коллекторов, многофазного

флюидального состава, неудовлетворительного документирования разрезов скважин при их закладке имеет свои трудности и особенности. Получение практических результатов основано на активном использовании данных спектрометрических ядерно-физических методов как при определении вещественного состава и емкостных характеристик пород и выделении коллекторов, так и при определении флюидального состава коллекторов. При исследовании обсаженных скважин альтернативы этому комплексу в настоящее время нет.

В скважинах № 3612, № 3626 (З. месторождение) проведены исследования комплексом ядерно-физических методов (ЯФМ), включающим ИНГКС (С/О-каротаж) и СГК, с целью выделения продуктивных коллекторов и определения их характера насыщения.

Обработка и интерпретация данных ЯФМ, проводилась в поточечном и попластовом режимах с помощью программного комплекса “Logtools”, разработанного в НПЦ «Тверьгеофизика».

Комплекс программ “Logtools” предназначен для проведения обработки и комплексной интерпретации данных ГИС с целью получения и оценки качества геофизических параметров ЭК, ЭМК, РК и АК, построения интерпретационной модели изучаемого объекта, выделения коллекторов и количественного определения вещественного состава, емкостных характеристик и насыщенности пород в разрезе нефтегазовой скважины. “Logtools” работает под управлением операционной системы Windows 95/98, 2000.

Выделяются следующие компоненты комплекса:

Управление данными. Импорт и экспорт даны ГИС в форматах LIS, LAS и ASCII. Хранение, удаление и восстановления данных. Просмотр, увязка, редактирование, фильтрация и дублирование кривых. Вывод на внешние устройства. Графический вывод. Редактирование LIS - и LAS-файлов.

Предварительная обработка каротажных данных. Расчет геофизических параметров ГК, ГГКП, НК, АК, ЭК, ИК и др. методов, исправленных за влияние

геолого-технических условий измерений, с учетом метрологических характеристик аппаратуры. Выделения коллекторов по качественным признакам.

Формирование интерпретационных моделей. Согласование априорной информации с результатами предварительной обработки и анализа каротажных данных. Формирование гипотетического строения исследуемой горной породы: выделение слагающих породу компонентов, определение вещественного состава и структуры компонентов, задание характеристик вертикальной и горизонтальной неоднородности исследуемого объема породы, установление размерности и параметров интерпретационной модели.

Комплексная интерпретация. Литологическое расчленение разреза с получением объемных параметров породы в рамках выбранной интерпретационной модели. Определение пористости и параметров насыщенности. Выделение коллекторов по количественным критериям.

Оценка качества первичных данных и результатов обработки и интерпретации. Статический анализ и кроссплоттинг данных. Оценка соответствия данных опорным значениям и интерпретационной модели. Расчет погрешностей результатов обработки и достоверности комплексной интерпретации.

Документирование данных. Вывод на твердую копию результатов измерений, обработки и интерпретации и всей сопроводительной информации. Вывод графической информации на принтер и графические файлы. Оформление и вывод страниц графических и табличных иллюстраций и текста заключения.

На рисунке 1 приведен пример продуктивный интервал разреза скважины № 3612, визуализирован с помощью программного комплекса «LogTools».

Рассмотрены результаты интерпретации по скважине № 3612 (**подраздел 3.1**). По результатам интерпретации в интервале 3797-3912м получены модели породы и порового пространства при проведении ЯФМ в обсаженном стволе.

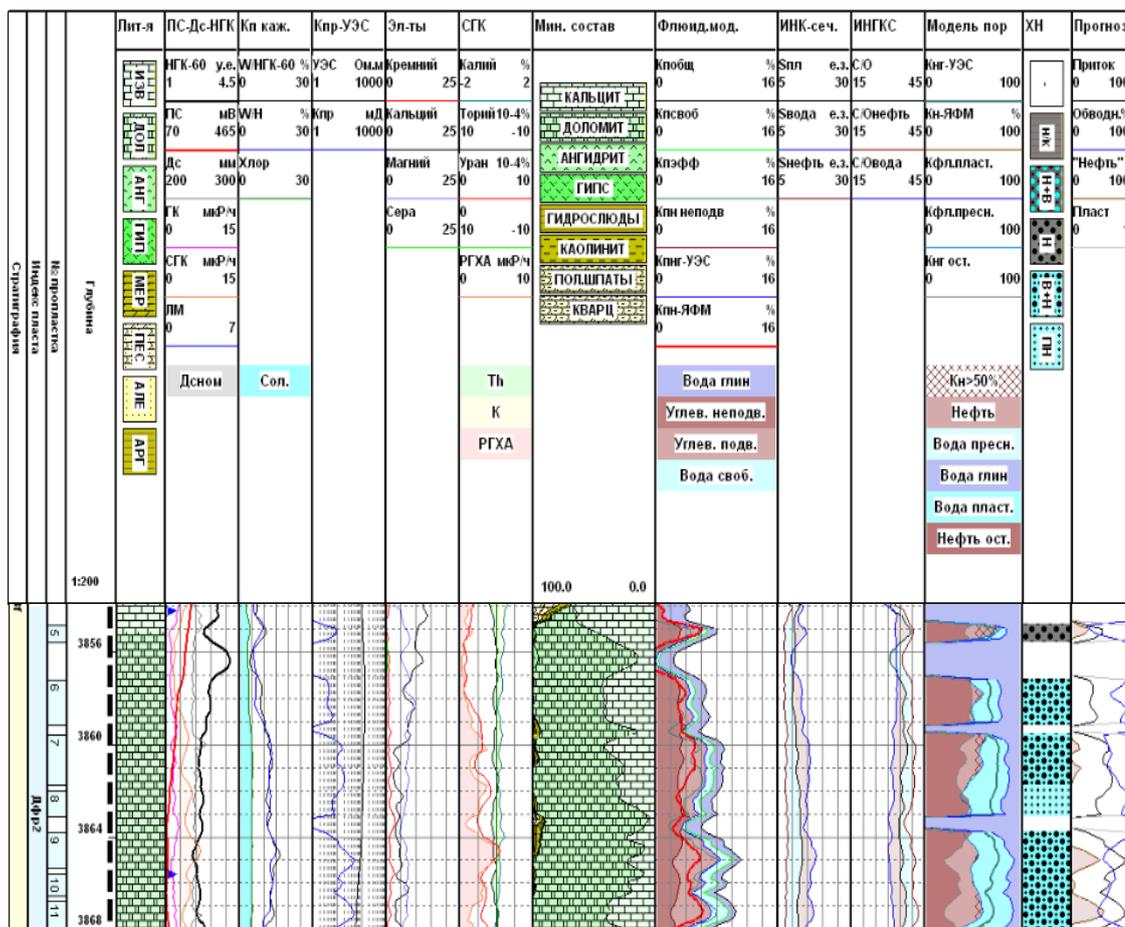


Таблица - 1 Результатов оценки текущей нефтегазонасыщенности коллекторов скв. №3612 (по данным ОАО «Тверьгеофизика»).

№ пропластка	Интервал, м	Н, м.	Кривые ГИС	К _п %	К _{гл} %	К _н по ЯФМ %	Литологическая характеристика
5-11	3854,8-3868	13,2	-минимальные показания ГК (2,25 мкР/ч); -средние показания НГК (2,25 у.е.); -средние показания ИНК (0,75 е.з.); - минимальные значения ПС (23,25 мВ); - диаметр скважины соответствует его номинальному значению(150 мм).	7-11	0-2	40-75	Неоднородные по проницаемости нефтенасыщенные и водонефтенасыщенные доломиты

Ниже представлена таблица 2 - включающая данные оценки текущей нефтегазонасыщенности коллекторов скв. №3626 3. площади по данным исследования комплексов ЯФМ, включающих С/О- каротаж.

В интервал исследований входят отложения верхнего и среднего девона.

Анализ полученных данных показал, что с северо-запада (скв. № 3612) на юго-восток (скв. №3626) наблюдается увеличение пористости коллекторов (с 11% до 15%), изменение коэффициента глинистости (с 2% до 3%), также увеличивается коэффициент нефтенасыщенности по ЯФМ (с 75% до 82%). Наилучшие ФЕС коллектора наблюдается в скважине №3626 (пропласток 7-8), здесь коэффициент пористости изменяется до 15%, глинистость 3%, коэффициент нефтенасыщенность составляет 82%. В общем можно сказать, что ФЕС коллекторов скважины № 3626 значительно лучше скважины №3612.

Таблица 2 - Результатов оценки текущей нефтегазонасыщенности коллекторов скв. №3626 (по данным ОАО «Тверьгеофизика»).

№ проплатка	Интервал, м	Н, м.	Кривые ГИС	К _п %	К _{гл} %	К _н по ЯФМ %	Литологическая характеристика
1-4	4075.4 – 4079.4	4	- средние значения НГК (2,56 у.е.); - низкие значения ГК (2.5 мкР/ч); - низкие показания кавернометрии (96 мм); - средние показания ПС (121,5 мВ).	11-14	1	55-80	Кварцевые песчаники
7-8	4104.2 - 4106.4	2,2	- средние показания НГК (2,4 у.е.); - минимальные значения ГК (2 мкР/ч); - низкие значения кавернометрии (105,6 мм); - средние значения ПС (162 мВ).	14-15	1-3	74-82	Нефтенасыщенные и нефтеводонасыщенные кварцевые песчаники
15-16	4195.8 - 4199.0	3,2	- средние показания НГК (3,52 у.е.); - минимальные значения ГК (5 мкР/ч); - низкие значения кавернометрии (96 мм); - низкие значения ПС (16,2 мВ).	14	2	77-79	Нефтенасыщенные и нефтеводонасыщенные кварцевые песчаники
17-18 23 25	4229.6- 4231.6; 4297.0- 4298.0; 4301.4- 4302.4.	2 1 1	- средние показания НГК (3,68 у.е.); - низкие значения ГК (2,5 мкР/ч); - средние значения кавернометрии (115,2 мм); - средние значения ПС (81 мВ).	6-10	0	68-76	Слабопроницаемые нефтенасыщенные и нефтеводонасыщенные карбонаты

Причины данных различий связаны, по-видимому, с особенностями осадконакопления в то геологическое время, когда эти отложения формировались.

Представленные в работе технологии изучения пластов коллекторов позволяют оценивать пористость горных пород, выделять пласты-коллекторы, определять коэффициент насыщенности коллекторов по изменению минерализации пластового флюида, а также регистрировать радиогеохимические аномалии по данным СГК, их эффективность подтверждается материалами дальнейшей разработки месторождения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доразведка нефтегазовых месторождений является необходимым условием сохранения высокого уровня добычи нефти и газа. Подготовка и ввод в разработку новых запасов углеводородов практически повсеместно производится с привлечением данных ГИС, которые в полной мере позволяют вовлекать в разработку все продуктивные интервалы разреза. В данной работе предпринята попытка проанализировать материалы, полученные в период прохождения производственной практики в «НТЦ ГЕОТЕХНОКИН» (г. Бузулук), с целью выделения пластов коллекторов и определение характера их насыщения по данным ГИС (на примере 3. месторождения).

Автором изучены: краткая геолого-геофизическую характеристика района, физико-геологические основы методов ГИС, которые входят в комплекс промыслово-геофизических исследований на изучаемой территории, а также результаты проведенных ГИС.

В скважинах № 3612, № 3626 (3. месторождение) проведены исследования комплексом ядерно-физических методов (ГК, НГК, СГК, ИНК, ИНГКС), с целью выделения продуктивных коллекторов и определения их характера насыщения.

Совокупности данных методов было выделено пять продуктивных коллекторов с различными ФЕС. Наилучшие ФЕС коллектора наблюдается в скважине №3626 (пропласток 7-8), здесь коэффициент пористости изменяется до 15%, глинистость 3%, коэффициент нефтенасыщенность составляет 82%. В

общем можно сказать, что ФЕС коллекторов скважины № 3626 значительно лучше скважины №3612.

На данный момент комплекс ЯФМ создает информационную основу для выполнения оперативного текущего подсчета запасов нефти и газа, а также обеспечивает выработку управляющих решений по оптимизации разведочного процесса.