

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

Кафедра геофизики

**«Выделение терригенных пластов-коллекторов по данным комплекса
геолого-технологических и геофизических исследований скважин
(на примере месторождения Светлое Удмуртской Республики)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Озернова Дениса Алексеевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

М.В. Калининкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2019

Введение. В последние годы роль геолого-технологических исследований (ГТИ) в обеспечении оптимизации процесса строительства скважин на нефть и газ все более увеличивается. Расширяется круг задач и требований к качеству проведения исследований, оперативности получения информации, наполняемости комплекса ГТИ.

Геолого-технологические исследования (ГТИ) проводятся непосредственно в процессе бурения скважины. Благодаря этим обстоятельствам можно избежать простоя буровой бригады и бурового оборудования. К технологическим задачам, решаемых ГТИ, относят обеспечение безаварийной проводки скважин и оптимизация режима бурения с целью достижения оптимальных технико-экономических показателей процесса бурения. Также ГТИ решают комплекс геологических задач. Они направлены на оперативное выделение в разрезе бурящейся скважины перспективных на нефть и газ пластов-коллекторов, изучение их фильтрационно-емкостных характеристик и характера насыщения, оптимизацию отбора керна, экспрессного опробования и изучения методами ГИС выделенных объектов.

Актуальность данной работы состоит в том, что на примере месторождения Светлое, расположенного в Удмуртии, рассмотрены возможности ГТИ и ГИС в вопросах выделения в процессе бурения перспективных в нефтегазоносном отношении интервалов разреза.

Целью выпускной квалификационной работы является выделение терригенных пластов коллекторов визейского яруса по данным комплекса ГТИ и ГИС на примере месторождения Светлое в Удмуртии.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

- изучить геолого-геофизическое строение района работ;
- изучить методику выделения продуктивных интервалов в разрезе бурящейся скважины по данным ГТИ;
- охарактеризовать теоретическую основу методов газового каротажа(ГзК) и детального механического каротажа (ДМК);

- провести интерпретацию данных ГзК и ДМК и выделить пласты-коллекторы визейского яруса в разрезе скважины №1 Светлого месторождения.
- изучить методику выделения пластов-коллекторов по данным комплекса ГИС;
- провести интерпретацию данных методов ГИС и определить коллекторские свойства пластов визейского яруса по скважине №1;
- сопоставить результаты интерпретации полученные по данным ГТИ и ГИС.

Выпускная работа состоит из введения, четырех разделов - 1.Геолого-геофизическая характеристика района работ; 2.Методика выделения пластов-коллекторов по данным ГТИ; 3.Методика выделения пластов-коллекторов по данным ГИС; 4.Результаты работ, заключения, списка используемых источников и приложений.

Основное содержание работы. Раздел 1. Геолого-геофизическая характеристика района работ. Светлое месторождение нефти и газа открыто в 1962 году, в промышленную разработку введено в 1970-1972 гг. Месторождение расположено в центральной части Удмуртской Республики на территории Якшур-Бодьинского, Игринского и Шарканского районов, в 50-70 км от г. Ижевска.

При бурении скважин месторождения «Светлое» был осуществлен отбор керна с выполнением лабораторных исследований по доизучению фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) продуктивных пластов, специальных исследований по определению коэффициентов вытеснения нефти водой, фазовой проницаемости, капиллярно-метрические исследования; по результатам бурения скважин и опробования продуктивных интервалов был осуществлен перевод запасов нефти из категории С2 в категорию С1. Институтом "Гипровостокнефть" были проведены исследования по определению текущей нефтенасыщенности выработанных объектов;

провели отбор глубинных и поверхностных проб нефти из продуктивных пластов и их лабораторное исследование.

Осадочный чехол Светлого месторождения вскрыт до глубины 3207 м, представлен породами нижнерифейского и вендского комплекса протерозойской группы, девонской, каменноугольной и пермской систем палеозойской группы и четвертичными образованиями, фундамент не вскрыт.

Светлое месторождение контролируется двумя крупными брахиантиклинальными поднятиями (Чутырским и Киенгопским), разделенными седловиной и осложненными системой приподнятых зон, более мелких поднятий и куполов, а также расположенными юго-западнее и восточнее Киенгопского поднятия Рудинским куполом и Восточным участком, являющимися самостоятельными структурными элементами.

Промышленно нефтеносными являются карбонатные пласты В-II, В-III(a+b) верейского горизонта, А4-0+1-А4-8 башкирского яруса среднего карбона, терригенные пласты тульского С-I, С-III, С-IV, бобриковского С-V-С-VI и С-VI' горизонтов визейского яруса, карбонатные пласты St-IV, St-V турнейского яруса нижнего карбона. Нефтегазоносность продуктивных отложений установлена на стадии геологоразведочных работ по керну, промыслово-геофизическим данным, результатам опробования поисково-разведочных скважин в процессе бурения и в колонне. Промышленная нефтеносность подтверждена эксплуатацией турнейского, визейского, башкирского и верейского объектов разработки. Этаж газоносности месторождения составляет 55 м, этаж нефтеносности - 349,5 м. Выявлено 54 залежи различных по типу и размерам.

Раздел 2. Методика выделения пластов-коллекторов по данным ГТИ.

Геолого-технологические исследования скважин – комплексные исследования содержания, состава и свойств пластовых флюидов и горных пород в циркулирующей промывочной жидкости, а также

характеристик и параметров технологических процессов на различных этапах строительства скважин с привязкой результатов исследований ко времени контролируемого технологического процесса и к разрезу исследуемой скважины.

Геолого-технологические исследования решают как геологические, так и технологические задачи. К геологическим задачам относятся:

- построение в процессе бурения фактического литологического разреза скважины;
- оперативное выделение опорных пластов-реперов;
- проведение литолого-стратиграфического расчленения разреза;
- оперативное выделение пластов-коллекторов;
- определение характера насыщения коллекторов;
- оценка фильтрационно-емкостных свойств пластов-коллекторов.

К технологическим задачам относятся:

- оптимизация процесса углубления скважины в зависимости от геологических задач;
- распознавание и определение продолжительности технологических операций;
- выбор и поддержание рационального режима бурения с контролем отработки долот;
- оптимизация спускоподъемных операций (ограничение скорости спуска, оптимизация загрузки грузоподъемных механизмов);
- контроль гидродинамических параметров в скважине;
- раннее обнаружение проявления и поглощения при спускоподъемных операциях, управление процессом долива скважины;
- определение пластового и порового давлений (прогнозирование зон АВПД и АВПоД);
- контроль спуска и цементирования обсадной колонны;
- диагностика работы бурового оборудования.

Газовый каротаж применяется для оперативного выделения перспективных на нефть и газ участков в разрезе скважины и прогнозной оценки характера их насыщения; интервалов притока пластового флюида в скважину или поглощения фильтрата промывочной жидкости в пласт с целью предотвращения аварийных ситуаций; измерения параметров режима бурения.

Механический каротаж или каротаж по продолжительности проходки заключается в регистрации времени, затрачиваемого на разбуривание каждого погонного метра скважины – τ , мин./м. Уменьшение времени бурения 1 м с 15-20 до 3-5 мин показывает, что в данном интервале находится пласт с хорошими коллекторскими свойствами и дает приблизительное представление о проницаемости и пористости пласта. Механическая скорость 3-5 мин/м в терригенном разрезе соответствует пористости 20-30 % в песчаниках слабосцементированных, а механическая скорость 7-10 мин/м в карбонатном разрезе соответствует пористости 10-12 % в известняках кавернозно-трещиноватых. Увеличение времени бурения 1 м показывает, что интервал сложен глинистыми либо плотными породами. Данные механического каротажа хорошо коррелируются с диаграммами ПС и ГК

Раздел 3. Методика выделения пластов-коллекторов по данным ГИС. Границы пластов-коллекторов устанавливаются по диаграммам геофизических методов согласно общеизвестным правилам, описанным в учебниках и справочниках по интерпретации, а также в соответствующих руководствах по методам ГИС.

В исследуемой скважине №1 проведен комплекс ГИС, состоящий из методов глинистости (ГК, ПС), методов пористости (НГК) и методов характера насыщения (БКЗ).

Прямым качественным признаком наличия коллектора является проникновение фильтрата бурового раствора в пласт, которое фиксируется

методами ГИС, способными реагировать на наличие глинистой или шламовой корки на стенке скважины. Такими методами являются МКЗ, КВ, ПС. При этом также учитывают пониженное значение показаний на кривой ГК, среднее значение на кривой НГК и повышенные показания на кривой АК.

Гамма-каротаж (ГК) основан на измерении естественной гамма-активности горных пород. Основным измеряемым параметром при ГК является мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, создаваемая в единицу времени. Мощность дозы в СИ измеряется в амперах на килограмм (А/кг).

Электрическое поле ПС, созданное ЭДС, возникающими в основном в результате процесса диффузии, а в некоторых случаях также вследствие фильтрации, связано с геологическими свойствами пластов. Наиболее резкие изменения потенциала ПС обычно наблюдаются против контакта пород, одна из которых глинистая, а другая содержит малое количество глинистого материала (например песчаник). Изучая ПС, можно получить представление о последовательности залегания пластов и их свойствах.

Регистрируемая кривая естественных потенциалов УПС обычно записывается одновременно с кривой сопротивления или другими кривыми, например с кривой акустического каротажа. Кривая ПС показывает изменение величины потенциала электрического поля у электрода М с глубиной. Точка записи $\Delta U_{\text{ПС}}$ относится к электроду М. Разность потенциалов ПС измеряется в милливольт (мВ).

Нейтронный гамма-каротаж (НГК) основан на измерении характеристик гамма-излучений, возникающих в процессе поглощения нейтронов в горных породах при их облучении внешним источником.

Для плотных пород с низким водородосодержанием и пористостью (плотные известняки, карбонатизированные песчаники, доломиты и алевролиты и др.) характерны повышенные значения показаний НГК.

Для глинистых же пород, обладающих максимальной водонасыщенностью характерны минимальные показания. Терригенные коллекторы – средние показания; карбонатные коллекторы – высокие показания НГК.

Боковой каротаж предназначен для электрических исследований трехэлектродными и многоэлектродными зондами с фокусировкой тока в радиальном направлении с помощью экранных электродов. Значения кажущихся сопротивлений, измеряемых при боковом каротаже, слабо искажаются влиянием скважины и вмещающих пород. Метод эффективен для изучения разрезов с частым чередованием пластов.

Раздел 4. Результаты исследований. В данном разделе описывается изученный интервал и дается литологическое описание. Стратиграфическое расчленение и увязка вскрытого разреза проводилась по данным ГТИ-ГИС.

Далее описывается интерпретация данных методов детального механического и газового каротажа. Были выделены зоны с фоновыми и повышенными значениями. Все данные приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Фоновые значения

ДМК, мин/м	Газопоказания по буровому раствору, % абс
12-15	0.01503

Таблица 2 – Интерпретация данных каротажа скважины

Интервал, м	ДМК, мин/м	Газопоказания по буровому раствору, % абс
1534.6 - 1540	3-6	0.0635
1606 - 1609.6	3-6	0.0394
1614.8 - 1690	5-7	0.1431
1693 - 1700	6-7	0.0921
1702 - 1716	3-6	0.0859

Далее описывается интерпретация комплекса ГИС применяемого на скважине. Также были выделены зоны с фоновыми и повышенными значениями. Посчитаны коэффициенты пористости и глинистости по данным

нейтронного гамма-каротажа и гамма-каротажа. Все результаты отражены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Фоновые значения по методам ГИС

ГК, мкр/ч	ПС, мВ	НГК, у.е.
8-16	50-60	3-3.5

Таблица 4 – Интерпретация данных ГИС

Интервал, м	H,м	H _{эф} , м	ГК, мкр/ч	НГК, у.е.	ПС, мВ	K _{гл} ,%	K _п ,%
1534.6 - 1540	5,4	1,2	4	1.5	69	2,2	22.3
1606 - 1609.6	3,6	0,4	8	1.5	65	7,9	22.6
1614.8 - 1690	75,2	3,6	4	1.4	85-90	1.8	23.5
1693 - 1700	7	0,1	6	1.5	77-80	2.8	24.1
1702 - 1716	12	0,2	6	1.5	77-80	18.9	18.9

Все эти данные позволяют сделать вывод, о том, что пласты обладают хорошими коллекторскими свойствами.

Заключение. Таким образом, в процессе написания выпускной квалификационной работы:

- был изучен геолого-геофизический материал по месторождению Светлое;

- проанализированы диаграммы методов ГзК и ДМК по скважине №1 Светлого месторождения;

- проведена интерпретация диаграмм метода газового каротажа и ДМК и выделены перспективные в нефтегазоносном отношении пласты;

- были изучены и интерпретированы материалы ГИС по скважине №1 Светлого месторождения;

- полученные данные ГТИ и ГИС были сопоставлены, что в итоге позволило выделить и перспективные в нефтегазоносном отношении пласты визейского яруса.

В результате интерпретации данных ГТИ (ГзК и ДМК) было выделено 5 перспективных интервалов представленных переслаиванием песчаников, алевролитов и глин и характеризующихся повышением скорости бурения и повышенными значениями газопоказаний.

По данным ГИС эффективная нефтенасыщенная мощность выделенных интервалов составила 5.5 м, среднее значение пористости составило 22%.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в вопросах оперативного выделения пластов-коллекторов в процессе бурения и определения их коллекторских свойств важную роль играет комплексирование ГТИ и ГИС.