

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

Кафедра геофизики

**«Определение насыщения пластов-коллекторов  
по комплексу данных ГТИ и ГИС»  
АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 2 курса 261 группы  
направления 05.04.01 геология  
геологического факультета  
Ефремова Андрея Игоревича

**Научный руководитель**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Головин Б.А.

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2020

**Введение.** Разведка и разработка нефтегазовых месторождений сопровождается значительными трудностями в освоении скважин из-за сложности геологического строения разреза. В данных условиях особенно актуальными считаются задачи, связанные с разработкой новых технологий прогнозирования геологического разреза, выделения продуктивных пластов–коллекторов и оценки их насыщения.

Учитывая высокую стоимость бурения и разработки месторождений, первоочередной задачей является повышение эффективности прогнозирования геологического разреза за счет оперативного выделения пластов–коллекторов и определения характера их насыщения. Большие возможности в дальнейшем уточнении выделения пластов–коллекторов и оценки их насыщения содержатся в дальнейшем развитии научного направления ГТИ.

Применение ГТИ позволяет оперативно изучить геологический разрез и оценить перспективы нефтегазоносности уже на стадии бурения скважин, а в комплексе с данными ГИС дают ещё более достоверные данные.

**Целью** написания выпускной квалификационной работы является выделение пластов–коллекторов васюганской свиты представленных мелкозернистыми песчаниками и определение их характера насыщения по комплексу данных ГТИ и ГИС на примере скважины №1 месторождения Солнечного.

**Задачи:**

- изучить геолого-геофизическое строение территории исследования;
- изучить методику проведения геолого-технологических исследований
- провести анализ и интерпретацию данных ГТИ;
- провести интерпретацию данных ГИС;
- выполнить комплексирование данных ГТИ и ГИС;
- выделить продуктивные породы–коллектора в исследуемом разрезе;
- определить характер насыщения пород–коллекторов в исследуемом разрезе по методам ГТИ и ГИС.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех

разделов («1 Геолого-геофизическая характеристика района работ», «2 Методика исследования», «3 Результаты исследований»), заключения, списка использованных источников и приложений.

**Основное содержание работы.** Раздел 1 посвящен геолого-геофизической характеристике изучаемой территории. Включает в себя 4 подраздела.

Подраздел 1.1 «Физико–географический очерк». Месторождение Солнечное находится в пределах Сургутского района Ханты–Мансийского автономного округа, в 30 км к юго–западу от Повховского месторождения

В подразделе 1.2 «Литолого-стратиграфический очерк» дается стратиграфическое описание геологического разреза исследуемой территории. Геологический разрез Солнечного месторождения типичен для Широкого Приобья и включает два основных структурных комплекса: доюрский (отвечающий геосинклинальному этапу развития территории) и мезокайнозойский (отвечающий платформенному этапу развития территории). Отложения доюрского основания вскрыты скважинами 182 и 1190 в интервале глубин 3430–3649 м и представлены известняками светлосерыми, мелкокристаллическими, средней крепости, трещиноватыми. По трещинам наблюдаются зеркала скольжения. Возраст, предположительно, пермский. Выше залегает толща, представленная чередованием песчаников и аргиллитов. Песчаники темно– и зеленовато–серые, разномеристые, полимиктовые, плотные, с трещинами, заполненными кальцитом и хлоритом. Аргиллиты темносерые, розовато– и зеленовато–серые, средней крепости, местами опесчаненные, участками перемятые и трещиноватые. Толщина до 100 м, возраст, ориентировочно, триасовый. Признаков нефти и газа в доюрских образованиях не обнаружено. Стратиграфия осадочного чехла Солнечного месторождения дана в соответствии с Региональными стратиграфическими схемами мезозойских отложений Западной Сибири, утвержденными МСК в 1991 году. В осадочном чехле, залегающем со стратиграфическим и угловым несогласием на породах фундамента,

выделяются отложения юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем.

Сводный разрез Солнечного месторождения, в котором приведены геофизическая и фаунистическая характеристики, стратиграфическое расчленение и продуктивные пласты, приводятся в приложении А.

В подразделе 1.3 «Тектоника» описано тектоническое строение и районирование территории, к которой приурочено месторождение. Солнечному куполовидному поднятию соответствует обширная приподнятая зона, западная периклиналь которой осложняется валообразным структурным выступом, центральная часть – Солнечной, южная – Южно-Солнечной, восточная – Усть-Котухтинской локальными структурами III порядка.

В строении Западно-Сибирской плиты выделяются три структурных этажа. Тектоническая схема Западно-Сибирской плиты представлена в приложении Б.

В подразделе 1.4 «Нефтегазоносность месторождения» описана нефтегазоносность района. Солнечное нефтяное месторождение расположено в северной части Нижневартовского нефтегазоносного района, в котором в настоящее время уже выявлено более 100 нефтяных и нефтегазовых месторождений. Район является одним из основных как по запасам, так и добыче нефти в Среднеобской нефтегазоносной области. Нефтегазоносность месторождения подтверждается большим наличием нефтегазовых месторождений в районе города Когалым, что показано в приложении В.

Промышленная нефтеносность в изученной части разреза установлена в верхнеюрских и нижнемеловых отложениях в интервалах глубин 1922 – 2864 м.

Моделирование залежей производилось по стандартной методике с построением карт поверхностей кровли и подошвы коллекторов, эффективных и нефтенасыщенных толщин, таблиц обоснования ВНК и геологических профилей. В основе проведенного моделирования лежит детальная корреляция продуктивных пластов, по результатам которой

строились схемы сопоставления пластов. Эти схемы ориентировались таким образом, чтобы наиболее полно отразить особенности геологического строения подсчетного объекта, в частности, выклинивание или замещение коллекторов.

На участках плотного эксплуатационного разбуривания предпочтение при отрисовке карт отдавалось данным бурения, в периферийных неразбуренных частях месторождения – сейсморазведке. Следует отметить, что схемы обоснования ВНК в отчете отсутствуют, так как количество опробований в водонефтяной зоне пластов в разведочных скважинах небольшое, кроме пласта АВ1–2, а эксплуатационные имеют большие удлинения, что затрудняет их использование из-за неопределенности значений отметок пластопересечений.

Раздел 2 «Методика исследования» включает в себя 4 подраздела. В подразделе 2.1 даны общие сведения о ГТИ.

Геолого–технологические исследования скважин – это комплексные исследования содержания, состава и свойств пластовых флюидов и горных пород в циркулирующей промывочной жидкости, 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[5].

Геолого–технологические исследования проводятся с использованием взаимосвязанных ресурсов, включающих персонал, средства измерений, средства обслуживания оборудования, технологию и методику. Процесс исследований начинается измерением физических величин датчиками в местах их установки, а заканчивается предоставлением полученной и обработанной информации участникам процесса строительства скважины[6].

Служба ГТИ представляет собой единую систему, включающую станцию ГТИ с персоналом на буровой, службу технического и метрологического обеспечения и службу обработки и интерпретации информации на базе.

Задачи ГТИ можно условно подразделить на две большие группы: технологические и геологические.

Технологические задачи включают в себя:

- 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 цементирование обсадной колонны;
- диагностика работы бурового оборудования.

Геологические задачи включают в себя:

- 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[7].

В данной работе решаются только геологические задачи.

В подразделе 2.2 «Комплекс исследований ГТИ» были описаны основные методы комплекса ГТИ.

Для решения геологических задач геолого–технологических исследований применяется ряд методов: отбор и описание проб шлама и

керна, проведение люминисцентно–битуминологического анализа (ЛБА), проведение термо–вакумного анализа (ТВД), анализ попутного газа при помощи хроматографа "Рубин", проведение измерения карбонатности горных пород, фракционный анализ, измерение плотности и пористости горных пород, гидродинамические исследования в скважине, контроль технологических параметров бурения.

Выбор методов осуществляется с учетом различных факторов и с учетом поступавших заявок от заказчика. Этими факторами являются степень изученности скважины, сложность геологического строения, физико–географическая обстановка исследуемой территории и т.п.

На Ватьеганском месторождении проводился основной набор методов, позволяющий решить основные задачи геолого–технологических исследований. К таким методам относится отбор и описание проб шлама и керна, проведение люминисцентно–битуминологического анализа (ЛБА), проведение термо–вакумного анализа (ТВД), анализ попутного газа при помощи хроматографа "Рубин", контроль технологических параметров бурения.

Для получения достоверной и качественной информации оперативные геологические исследования необходимо проводить в определенной последовательности с соблюдением целого ряда правил и требований. Это относится как к отбору бурового шлама и керна, так и к проведению анализов, т.е. исследования должны осуществляться по единой технологической схеме.

Технологическая схема включает в себя следующие этапы: отбор проб бурового шлама и образцов керна → привязка шлама и керна к глубине → пробоподготовка → проведение анализов → обработка информации.

В подразделе 2.3 «Общие сведения о ГИС» описаны общие сведения о комплексе ГИС.

Геофизические исследования скважин (ГИС) — комплекс методов разведочной геофизики, используемых для изучения свойств горных пород в околоскважинном и межскважинном пространствах, а также для контроля

технического состояния скважин. Геофизические исследования скважин делятся на две группы — каротаж и скважинную геофизику. ГИС выполняются для изучения геологического строения разреза, выделения продуктивных пластов (в первую очередь, на нефть и газ), определения коллекторских свойств пластов.

В подразделе 2.4 «Классификация методов ГИС» описана классификация методов ГИС.

Классификация методов ГИС может быть выполнена по виду изучаемых физических полей. Всего известно более пятидесяти различных методов и их разновидностей:

Электрические методы естественной поляризации (ПС)

- методы токового каротажа, скользящих контактов (МСК)

- метод кажущихся сопротивлений (КС), боковое каротажное зондирование (БКЗ) и др.

- резистивиметрия

- метод вызванных потенциалов (ВП)

- индуктивный метод (ИМ)

- диэлектрический метод (ДМ)

Ядерные гамма-метод (ГМ) или гамма-каротаж (ГК)

- гамма-гамма-метод (ГГМ) или гамма-гамма-каротаж (ГГК)

- нейтронный гамма-метод (НГМ) или каротаж (НГК)

- нейтрон-нейтронный метод (ННМ) или каротаж (ННК)

Термические методы естественного теплового поля (МЕТ)

- метод искусственного теплового поля (МИТ)

Сейсмоакустические методы акустического каротажа

- сейсмический каротаж

Магнитные методы естественного магнитного поля

- метод искусственного магнитного поля

Раздел 3 «Результаты исследований» включает в себя 3 подраздела.

В подразделе 3.1 «Геолого–геохимические исследования» описаны литолого-стратиграфическое расчленение и выделение наиболее



продуктивных пластов, а также определения их характера насыщения по геохимическим данным.

В связи с тем, что выше по разрезу Солнечного месторождения от Васюганской свиты находится Баженовская свита, представленная битуминозными аргиллитами, поэтому газовый каротаж может быть неэффективным.

Эти аргиллиты трещиноваты и насыщены тяжелыми углеводородами. После вскрытия этих пород тянется «газовый» шлейф.

Если газовый каротаж технологически настроен неправильно, то газовое влияние Баженовской свиты будет более продолжительным.

Тем не менее, по результатам отбора шлама, ЛБА и определения процентного соотношения пород методом квартования, можно выделить продуктивный пласт в интервале 3220,0-3380,0 м, насыщенный тяжелыми углеводородами и водой. Пласт представлен мелкозернистым кварцевым песчаником. Оценка ЛБА варьируется от 3 ЖМБ, до 4ЖМБ.

В подразделе 3.2 «Интерпретация диаграмм ГИС» примерно в тех же интервалах, где мы обнаружили признаки продуктивности по результатам ГТИ, был проведен окончательный каротаж ГИС, включающий в себя РП, ГК, НКТб.

Абсолютные отметки в заключении приведены со знаком "-". КП, КПр и КНГ были подсчитаны в КИП по данным каротажей. Данные представлены в приложении Д.

КП изменяется от 17.4 до 20.7%, КПр от 7.4 до 91.4%, а КНГ от 69,5 до 73,0 % в пластах насыщенных смесью нефти и воды и от 76,7 до 82,9 % в пластах насыщенных нефтью.

В подразделе 3.3 «Результаты комплексного анализа» была описана методика комплексного анализа данных ГИС и ГТИ.

Результатами комплексной интерпретации стало выявление пласта коллектора возраста ЮВ1/1, насыщенного нефтью и водой с нефтью. Анализируя данные таблиц данных ГИС и ГТИ, которые приведены в приложениях Д и Г, можно сделать вывод, что пропласткам, насыщенным

нефтью, соответствуют более высокие оценки ЛБА, а также более значительные коэффициенты пористости ( $KНГ > 75\%$ ), проницаемости и нефтегазоносности, рассчитанные по данным ГИС, по сравнению с пропластками, насыщенными смесью нефти и воды.

Вышеперечисленные факты свидетельствуют о возможности выделения пластов коллекторов и определении их характера насыщения при помощи комплексного анализа данных ГИС и данных ГТИ в сложных геологических условиях разреза скважин Сургутского района при данных аномалиях по показаниям газового каротажа.

**Заключение.** В результате выполнения выпускной квалификационной работы на примере скважины №1 Солнечного месторождения было изучено геологическое строение Западно-Сибирской платформы, проведены анализы и интерпретации данных ГТИ и ГИС по скважине №1 Солнечного месторождения Западной Сибири. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы, что применение комплексной интерпретации методов ГТИ и ГИС повысила точность выявления границ пласта коллектора возраста ЮВ1/1, насыщенного нефтью и водой, а также выявление наиболее продуктивных пропластков.

Так же полученные результаты позволяют дать рекомендации, относительно вскрытия пластов-коллекторов Васюганской свиты. Стоит более тщательно технологически относиться к газовому каротажу, т.е. при возможности чаще производить ревизию ГВЛ, а также дать рекомендацию буровой бригаде уменьшить скорость проходки, дабы увеличить качество дегазации бурового раствора.

Данная работа доказывает эффективность службы ГТИ при бурении скважины, а также комплексное исследование данных ГТИ с данными ГИС.